

Aus dem Veterinärwissenschaftlichen Department der Tierärztlichen
Fakultät der Ludwig-Maximilian-Universität München

Lehrstuhl für Tierernährung und Diätetik

Arbeit angefertigt unter der Leitung von

Prof. Dr. E. Kienzle

Retrospektive Studie zum Energiebedarf von privat gehaltenen
Hunden und Katzen im Erhaltungsstoffwechsel

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde

der Tierärztlichen Fakultät

der Ludwig-Maximilians-Universität München

von Cindy Melanie Thes

aus Großröhrsdorf

München 2014

Gedruckt mit der Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Braun

Referentin: Univ.-Prof. Dr. Kienzle

Korreferentin: Priv.-Doz. Dr. Petra Kölle

Tag der Promotion: 12. Juli 2014

Für Richard Thes

INHALTSVERZEICHNIS

| | | |
|--------------|--|-----------|
| I. | ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS | 2 |
| II. | EINLEITUNG | 5 |
| III. | LITERATURÜBERSICHT | 7 |
| 1. | Definitionen | 7 |
| 2. | Energiebedarf des Hundes im Erhaltungsstoffwechsel | 11 |
| 2.1. | Energiebedarf des Laborhundes im Erhaltungsstoffwechsel | 11 |
| 2.2. | Energiebedarf des Haushundes im Erhaltungsstoffwechsel | 13 |
| 3. | Energiebedarf der Katze im Erhaltungsstoffwechsel | 14 |
| IV. | PUBLIKATIONEN..... | 21 |
| 1. | Metabolizable energy intake of client owned adult dogs (Status: accepted im Journal of Animal Physiology and Nutrition)..... | 21 |
| 2. | Metabolizable energy intake of client owned adult cats (Status: submitted im Journal of Animal Physiology and Nutrition) | 38 |
| V. | DISKUSSION..... | 52 |
| 1. | Energiebedarf des Hundes im Erhaltungsstoffwechsel | 52 |
| 1.1. | Kritik an den Methoden | 52 |
| 1.2. | Besprechung der Ergebnisse | 57 |
| 2. | Energiebedarf der Katze im Erhaltungsstoffwechsel | 60 |
| 2.1. | Kritik an den Methoden | 60 |
| 2.2. | Energiebedarf der Katze im Erhaltungsstoffwechsel..... | 64 |
| 3. | Berechnung der Stoffwechselmasse als Grundlage für die Berechnung des Energiebedarfes von Hund und Katze im Erhaltungsstoffwechsel..... | 68 |
| VI. | ZUSAMMENFASSUNG | 71 |
| VII. | SUMMARY | 75 |
| VIII. | LITERATURVERZEICHNIS..... | 78 |
| IX. | DANKSAGUNG..... | 90 |

I. ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

| | |
|--------|---|
| % | Prozent |
| °C | Grad Celsius |
| B | Exponent |
| BMR | Basal metabolic rate/ Grundumsatz |
| bzw. | beziehungsweise |
| ca. | circa |
| D | Tag (24 Stunden) |
| d.h. | das heißt |
| DE | Digestible energy/Verdauliche Energie |
| et al. | et alii/und andere |
| FEDIAF | European Pet Food Industry Federation |
| FFM | fettfreie Körpermasse |
| G | Gramm |
| GE | Gross energy/ Bruttoenergie |
| Kcal | Kilokalorien |
| Kg | Kilogramm |
| kJ | Kilojoule |
| kPa | Kilopascal |
| LBM | lean body mass/ fettfreie Körpermasse |
| M | Meter |
| max. | maximal |
| MBW | metabolic body weight/ metabolisches Körpergewicht |
| ME | Metabolizable energy/ Umsetzbare Energie |
| MER | maintenance energy requirement/ Energieerhaltungsbedarf |
| min. | minimal |

| | |
|-----------|--|
| MJ | Megajoule |
| MW | Mittelwert |
| N | Anzahl |
| NRC | National Research Council |
| RMR | resting fed metabolic rate/ Ruhestoffwechsel |
| SD/ Stabw | Standard deviation/ Standardabweichung |
| W | Körpergewicht |
| z.B. | zum Beispiel |

II. EINLEITUNG

Alleinfuttermittel für Hunde und Katzen werden so konzipiert, dass bei Deckung des Energiebedarfes auch der Bedarf an allen notwendigen Mineralstoffen und Vitaminen abgedeckt wird (FEDIAF 2013). Wenn aber die Futtermenge aufgrund des individuellen Energiebedarfs dauerhaft höher oder niedriger ist als bei der Konzeption des Alleinfutters unterstellt, kommt es vor allem bei unterdurchschnittlichem Energiebedarf langfristig zu Fehlversorgungen mit wichtigen Nährstoffen, wie z.B. mit Protein.

Es ist somit wichtig zu wissen, in wie weit der energetische Erhaltungsbedarf dieser Heimtiere durch individuelle Faktoren beeinflusst wird. Die meisten Studien zu diesem Gebiet basieren auf Katzen und Hunden aus der Versuchstierhaltung, nur sehr wenige Untersuchungen liegen zur Privattierhaltung vor. Hunde und Katzen in der privaten Tierhaltung weisen gegenüber den Labortieren aber Unterschiede in der Haltungsform auf. Für Laborhunde liegen hohe Standards hinsichtlich des Platzbedarfes und der sozialen Interaktion vor (TVT Merkblatt Nr. 98, 2004). Dadurch werden Möglichkeiten und Anreize zur spontanen Bewegung geschaffen wie sie in der privaten Haustierrhaltung nur von wenigen Tierbesitzern ermöglicht werden können. Da sich die spontane Bewegungsaktivität auf den Erhaltungsbedarf auswirken kann, ist bei Laborhunden ein höherer Energieerhaltungsbedarf zu erwarten. Erfahrungen aus der Beratungspraxis, anekdotische Berichte sowie bisherige Studien (Burger 1994, Wichert et al. 1999, Connor et al. 2000, Parkman et al. 2000, Patil and Bisby 2001, Scott et al. 2013) deuten in diese Richtung.

In diesem Kontext ist es bezeichnend, dass eine der häufigsten Erkrankungen der Heimtiere Übergewicht ist (Becker et al. 2012), das i.d.R. die Folge von zu geringer Bewegung und zu hoher Energieaufnahme ist.

Gleichzeitig steigen aber bei einigen Heimtierbesitzern das Gesundheitsbewusstsein und das Interesse an präventiven medizinischen Maßnahmen und damit auch der Wunsch nach konkreten Angaben zum Energiebedarf in der individuellen Ernährungsberatung. Auch in der

Futtermittelindustrie ist eine Sensibilisierung hinsichtlich stärker individualisierter Empfehlungen für die Futterzuteilung erkennbar.

Ziel dieser retrospektiven Studie war die Erfassung der täglichen Energieaufnahme bei Hunden und Katzen ohne merkbare Veränderungen der Körpermasse in der Privattierhaltung. Dabei sollte auch geprüft werden, wie sich die aus der Versuchstierhaltung bekannte Faktoren wie Alter, Rasse, Geschlecht, Über- und Untergewicht in der privaten Tierhaltung auf den Energieerhaltungsbedarf auswirken. Da ein Teil der Tiere an chronischen Erkrankungen litt, i.d.R. an solchen, welche durch eine diätetische Therapie ganz oder teilweise behandelt werden können, wie z.B. Futterallergien, konnte auch dieser Einflussfaktor überprüft werden.

III. LITERATURÜBERSICHT

1. Definitionen

Grundumsatz (basal metabolic rate, BMR): Hier wird der Energiebedarf in der postabsorptiven Phase (idealerweise nach 1 Tag Fasten) gemessen, wobei das Tier zwar wach ist, aber in einer thermoneutralen Umgebung ruhig liegt (Kleiber 1975, Rubner 1883, Speakman & Selman 2003). Wichtig ist, dass das Tier sein Körpergewicht unter der zuvor zugeteilten Energiezufuhr halten würde (nach NRC 2006).

Ruhestoffwechsel (resting fed metabolic rate, RMR): wird häufiger verwendet als die BMR, da der Energieumsatz unter sehr ähnlichen, aber nicht ganz so strikten Bedingungen gemessen wird. Das Tier befindet sich ebenfalls in einer thermoneutralen Umgebung und liegt wach und ruhig, doch die Messung muss nicht in der postabsorptiven Phase stattfinden und berücksichtigt somit auch die nahrungsinduzierte Thermogenese (nach NRC 2006).

Energieerhaltungsbedarf (maintenance energy requirement, MER): umfasst die Energie, die zur Aufrechterhaltung einer ausgeglichenen Energiebilanz im thermoneutralen Bereich bei geringer spontaner Aktivität erforderlich ist (erweiterte Definition nach Kienzle et al. aus Übersichten der Tierernährung Nr. 38 (2010) zum Energieerhaltungsbedarf von Pferden). Ausgenommen ist der Mehrbedarf für sportliche Leistung (Jagd, Rennen), Wachstum, Milchbildung oder Trächtigkeit. Die Tiere befinden sich in einem thermoneutralen Bereich, d.h. sie sind an ihre Umgebung ausreichend adaptiert, so dass kein Energiemehrbedarf für zusätzliche Wärmebildung oder Verdunstung berücksichtigt werden muss. Alle Angaben in dieser Doktorarbeit basieren nachfolgend auf dem Energieerhaltungsbedarf.

Energieeinheit kcal (Kilokalorien): der lateinische Begriff „calor“ bedeutet Wärme. Zur Erwärmung eines Gramms luftfreien Wassers von 14,5°C auf 15,5°C ist bei einem konstanten Druck von 101,325 kPa eine Kalorie und damit 4,1868 Joule notwendig. Joule ist die internationale Energieeinheit in Europa, in Amerika sind kcal gebräuchlicher. In der Studie wurde entgegen dem europäischen Standard mit kcal gerechnet, da diese Einheit genauere Angaben zur Energie zulässt und einen Vergleich zu aktuellen Empfehlungen (NRC 2006) erleichtert.

Metabolisches Körpergewicht (metabolic body weight, MBW): Der Energieerhaltungsbedarf wird auf Basis des metabolischen Körpergewichts angegeben: W^b , wobei W das Körpergewicht in kg darstellt und b ein experimentell ermittelter Exponent ist. Gerade bei Hunden ist dies sinnvoll, da aufgrund der großen Gewichts- und Größenunterschiede zwischen den Rassen der Energiebedarf nicht mehr streng mit dem Körpergewicht korreliert. Ein 1 kg schwerer Chihuahua hat eine vergleichsweise größere Körperoberfläche als ein 60 kg schwerer Neufundländer und weist somit einen höheren Energieerhaltungsbedarf für die Thermogenese auf. Brody et al. (1934) fand heraus, dass jedes ausgewachsene warmblütige Tier zur Erhaltung der Körpertemperatur ca. $70,5 \text{ kcal} \times W^{0,72}$ in 24 Stunden benötigt, egal ob Maus oder Elefant. Zur Vereinfachung der Berechnung in einer Zeit, als Computer und Taschenrechner noch nicht erfunden oder üblich waren, veränderte Kleiber 1961 die Rechenformel auf $70 \times W^{0,75}$.

Heusner (1982) dagegen behauptete, dass der Exponent auf 0,67 korrigiert werden sollte, einem Faktor, der das Verhältnis der Körpermasse zur Körperoberfläche bei Tieren mit gleichen Proportionen angibt. Doch Hunde weisen im Gegensatz zu Katzen intraspezifisch nicht die gleichen Proportionen auf (Kirkwood 1985). Je schwerer ein Hund wird, desto breiter wird er in der Schulterregion und desto schmaler um die Hüftregion. Auch werden die Organe und das Gehirn relativ gesehen kleiner, je größer die Rasse ist. Somit scheint der interspezifische Faktor von Kleiber (1961) praktikabler als der intraspezifische Exponent von Heusner (1982).

Bei Katzen variiert der Exponent in den verschiedenen Studien von 0,4 bis 1. Es erscheint auf den ersten Blick sinnvoll, bei Katzen direkt mit dem Körpergewicht zu rechnen, da diese im Vergleich zu Hunden bei einer Gewichtsspanne von 2 bis ca. 7 kg keine große Gewichtsvarianz aufweisen (NRC 2006). Earle und Smith

(1981) dagegen stellten fest, dass die Überschätzung des Energiebedarfs basierend auf dem Körpergewicht (kg^{-1}) steigt mit Zunahme des Gewichts der Katze. Sie legten den Exponenten bei den schweren Katzen auf 0,4 fest, wobei diese Katzen nicht größer waren als die leichteren Katzen, sondern einen höheren Fettanteil aufwiesen als die leichteren Tiere.

Nguyen et al. (2001) stellte fest, dass der Exponent je nach verwendeter Methode zur Beurteilung des Energiebedarfes (indirekte Kalorimetrie, Fütterungsversuch, doppelt markiertes Wasser) variiert und je nachdem, ob der Faktor auf das aktuelle Körpergewicht (Exponent 0,4-0,65) oder die fettfreie Körpermasse (Exponent 0,89) bezogen wird. Das Körpergewicht der Katzen lag hier bei 2,6 – 8,1 kg. Bei Kienzle et al. 2006 wurde ein Exponent von 0,48 festgelegt, die männlichen Tiere wogen durchschnittlich $5,1 \pm 2,1$ kg und die weiblichen $3,9 \pm 1,1$ kg. Bermingham et al. (2010) errechnete in ihrer Metastudie einen Exponenten von 0,711, dabei wurden Katzen von 2,6 bis 6,6 kg in die Berechnung des Exponenten einbezogen.

Das Körpergewicht einer idealgewichtigen männlichen Hauskatze (Europäisch Kurzhaarkatze) liegt laut Kienzle und Moik (2011) bei 4,3 kg, das einer idealgewichtigen weiblichen Hauskatze bei 3,4 kg.

Katzen weisen innerhalb der verschiedenen Rassen eine relativ gleichbleibende Körperform auf. Daher wird laut NRC (2006) zur Berechnung des Energiebedarfs einer normalgewichtigen Katze der Exponent 0,67 verwendet, der sehr gut mit den Daten von Nguyen (2001) und Heusner (1991) korreliert.

Fettfreie Körpermasse (FFM, Magermasse, Lean Body Mass (LBM)): ist der Anteil der Körpermasse abzüglich des Körperfettes und beinhaltet die Muskeln, Knochen und übrigen Gewebe und Organe. Fett ist im Vergleich zur Muskelmasse und den Organen metabolisch wenig aktiv, daher war früher ein weiteres Synonym für die FFM auch die „metabolisch aktive Masse“. Miller und Blyth (1953) untersuchten mithilfe indirekter Kalorimetrie an 48 Studenten, welches die verlässlichste Größe zur Schätzung des Grundumsatzes ist- die Körperoberfläche, das Körpergewicht, die FFM oder ein Quotient aus den verschiedenen Messgrößen. Dabei zeigte die fettfreie Körpermasse zusammen mit der Kombination aus Körpermasse, Körperoberfläche und FFM (erstellt über multiple Regressionsgleichungen) die höchste Genauigkeit in der Schätzung des

Sauerstoffverbrauches im Vergleich zur direkten Messung des Sauerstoffverbrauches. Bemerkenswert in dieser Studie ist, dass der übergewichtigste Student mit einem Körperfettanteil von 44% (normal: 18-25%) bezogen auf die FFM einen normalen Sauerstoffverbrauch ohne Abweichung nach oben zeigte.

Auch Nguyen et al. 2004 fand einen engen Zusammenhang zwischen dem Energiebedarf der Katze zu ihrer fettfreien Masse. Er ermittelte bei insgesamt 16 normalgewichtigen Tieren einen Energiebedarf von 60 kcal pro kg fettfreier Körpermasse mit einer sehr geringen Standardabweichung.

2. Energiebedarf des Hundes im Erhaltungsstoffwechsel

Der Energiebedarf des Hundes im Erhaltungsstoffwechsel kann von vielen Faktoren wie Geschlecht, Alter, Kastrationsstatus, Gesundheitsstatus, Rasse, Körperzusammensetzung, Über- und Untergewicht, Temperatur und Bewegung beeinflusst werden. 1974 wurde erstmals der MER durch das National Research Council auf Basis weniger Studien (Cowgill 1928, Brody 1934, Arnold and Elvehjem 1939, Abrams 1962) auf $132 \text{ kcal} \times W^{0,75}$ festgelegt. Viele Folgestudien zeigten, dass dieser Energiebedarf nur auf eine bestimmte Gruppe zutraf: aktive junge Hunde, die als Labortiere in der Gruppe im Zwinger gehalten wurden (NRC 2006).

2.1. Energiebedarf des Laborhundes im Erhaltungsstoffwechsel

Der Energiebedarf nimmt mit dem Alter langsam ab, junge Laborhunde weisen einen deutlich höheren Energiebedarf auf als mittelalte und alte Laborhunde (Abbildung 1, Rainbird & Kienzle 1990, Finke 1991, Finke 1994, Taylor et al. 1995).

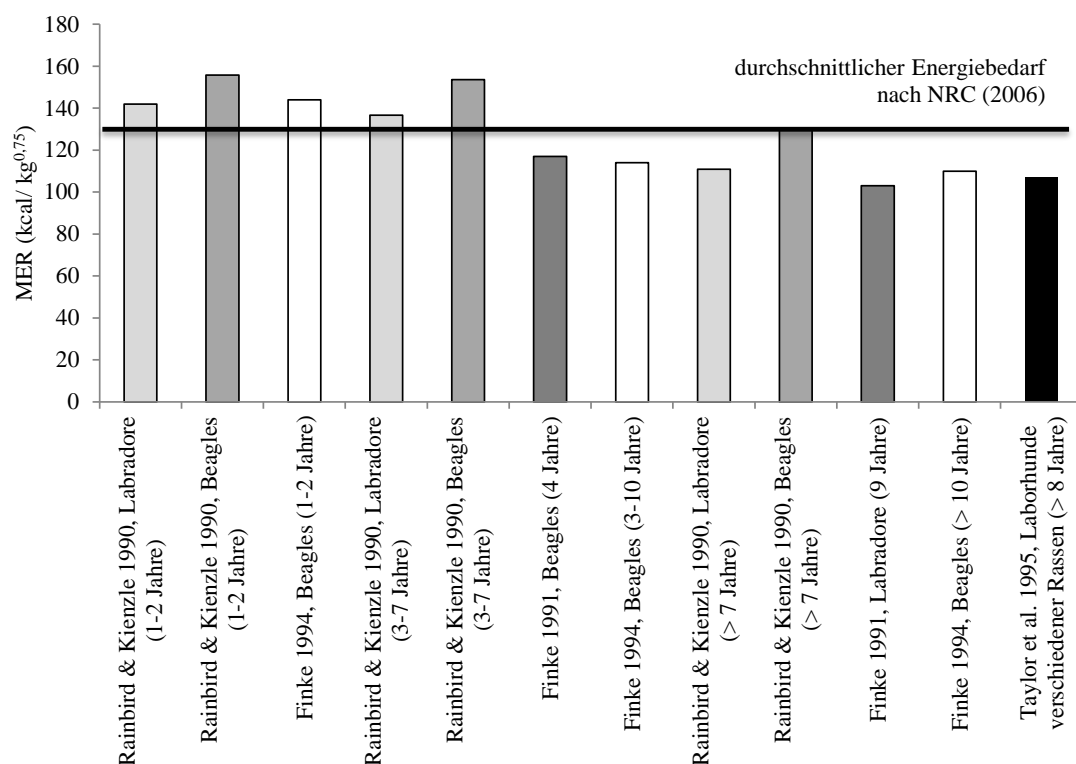


Abbildung 1: Der Energiebedarf von Laborhunden in Abhängigkeit vom Alter, angegeben in kcal ME/ W kg^{0,75}

In den meisten Studien zum Energieerhaltungsbedarf von Laborhunden wurde entweder kein Geschlechtseffekt erwähnt oder kein Unterschied zwischen intakten männlichen und weiblichen Laborhunden in Bezug auf den Energiebedarf gefunden (Rainbird und Kienzle 1990): Jeusette et al. 2006 stellte fest, dass kastrierte Hündinnen einen deutlich niedrigeren Energieerhaltungsbedarf ($137 \text{ kcal/ kg W}^{0,75}$, 4 Tiere) aufwiesen als unkastrierte Hündinnen ($193 \text{ kcal/ kg W}^{0,75}$, 4 Tiere).

Die Aktivität hat einen deutlichen Einfluss auf den Energiebedarf des Laborhundes, so hatten Greyhounds, die 2x 15min. pro Tag Paddockausgang hatten und 2x/ Woche 500m rannten, einen überdurchschnittlichen Energiebedarf von $155 \text{ kcal/ kg W}^{0,75}$ (Hill et al. 2000).

In verschiedenen Studien mit Laborhunden wurden immer wieder Rasseunterschiede in Bezug auf den Energiebedarf gefunden. In Abbildung 2 werden die verschiedenen Studien zu diesem Thema zusammengefasst. Für eine bessere Vergleichbarkeit wurden nur untersuchte Laborhunde im mittleren Alter (3-7 Jahre) berücksichtigt.

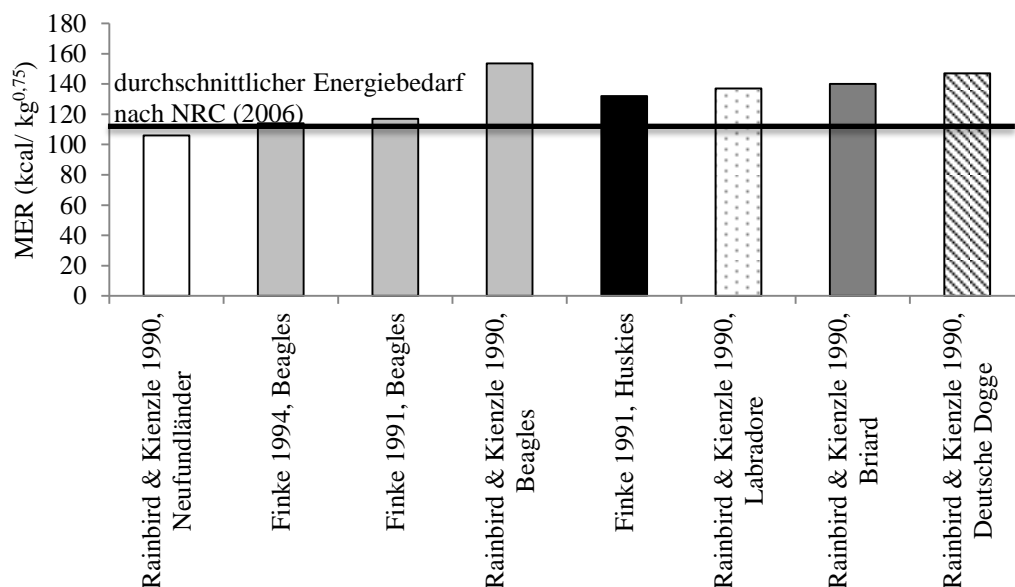


Abbildung 2: Der Energiebedarf von Laborhunden in Abhängigkeit von der Rasse, angegeben in $\text{kcal ME/ W kg}^{0,75}$

2.2. Energiebedarf des Haushundes im Erhaltungsstoffwechsel

Nur wenige Studien untersuchten den Energiebedarf von Haushunden (Burger 1994, Wichert et al. 1999, Connor et al. 2000, Patil and Bisby 2001, Scott et al. 2013) und aktuelle Studien legten ihr Hauptaugenmerk meist auf Methoden zur Reduktion von Übergewicht (German et al. 2007, Jeremias et al. 2013).

Der Energiebedarf von Haushunden variierte in den Studien von 88 kcal bis 175 kcal ME/ kg $W^{0,75}$, wobei die meisten Studien auf Basis moderat aktiver Hunde erstellt wurden und der Energiebedarf hier bei 88-97 kcal ME/ kg $W^{0,75}$ lag. Burger (1994) wies nach, dass auch bei Haushunden der Energiebedarf mit der Aktivität zunahm, so dass die sehr aktiven Border Collies bereits 78 kcal mehr benötigten als die inaktiven Border Collies und damit einen Mehrbedarf von 80% aufwiesen. Effekte des Alters, der Rasse und des Geschlechts wurden bei Haushunden noch nicht untersucht bzw. wurden in den oben genannten Studien nicht erwähnt. In Abbildung 3 ist erkennbar, dass die Empfehlung der NRC (2006) für Haushunde, bzw. inaktive und alte Laborhunde mit 95 kcal ME/ kg $W^{0,75}$ den meisten Studien zum Energieerhaltungsbedarf von Haushunden entspricht.

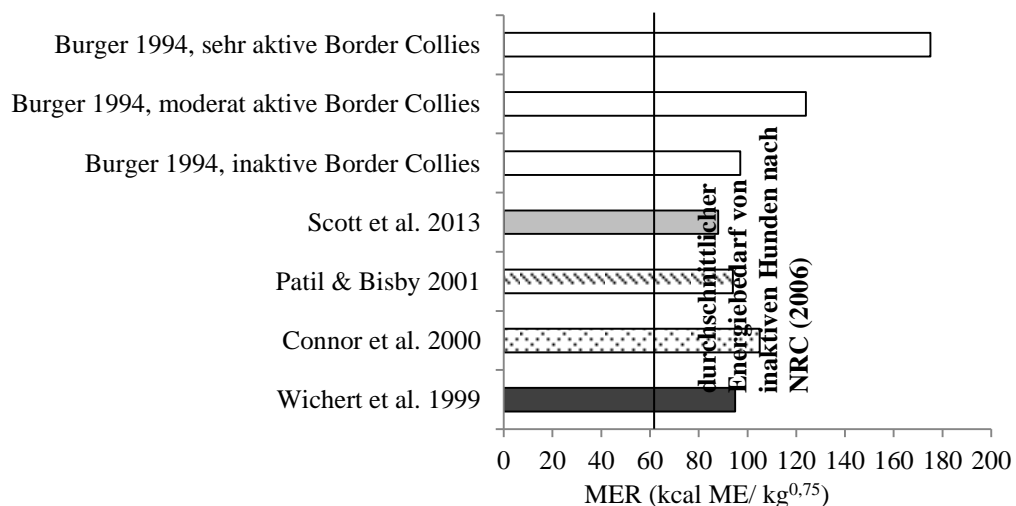


Abbildung 3: Der Energiebedarf von Haushunden angegeben in kcal ME/ kg $W^{0,75}$

3. Energiebedarf der Katze im Erhaltungsstoffwechsel

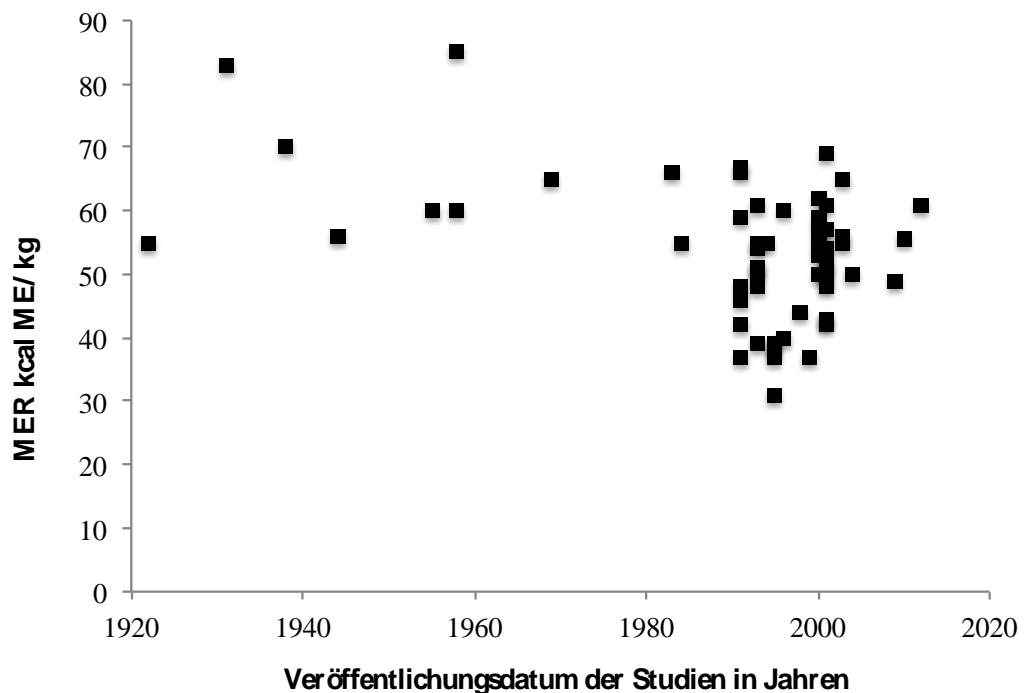
Die Katze unterscheidet sich in ihrem äußeren Erscheinungsbild, im Gegensatz zum Hund, kaum von ihrem Vorfahren. Dies suggeriert, dass sie grundsätzlich auch noch ähnliche Bedürfnisse haben müsste wie die Wildkatze. Geht man von einer Tagesbeute von 12 Mäusen mit einer Bruttoenergie von je ca. 30 kcal aus (Mugford, 1977), dann benötigt eine wildlebende Katze nach Macdonald et al. (1984) am Tag 358 kcal GE. Nimmt man eine mittlere Verdaulichkeit der Energie von 82 % (Hauschild 1993) an, so ergibt sich hieraus ein täglicher Energiebedarf von ca. 294 kcal DE (digestible energy/ verdauliche Energie). Dies entspricht bei der Annahme eines Verhältnisses von 0,92 ME (metabolizable energy/ umsetzbare Energie) zur DE einem täglichen Energiebedarf von ca. 270 kcal ME pro Tier.

Haldane untersuchte schon 1892 den Energiebedarf einer Katze (Körpergewicht 2,5 kg) und stellte fest, dass diese eine Wärmeproduktion von etwa 79 kcal ME/ kg W pro Tag aufwies. 1938 erhielt Benedict bei seiner Studie einen Energiebedarf von 85 – 114 kcal ME/ kg W/ d bei adulten Katzen, ähnlich den Ergebnissen von Carpenter (1944) mit 78 – 104 kcal ME/ kg W/ d. Miller und Allison (1958) unterschieden bereits in aktive und inaktive Katzen, dabei wiesen inaktive Katzen einen täglichen Energieerhaltungsbedarf von 60 kcal ME/ kg W und aktive Katzen einen Bedarf von 80 – 90 kcal ME/ kg W auf.

Bereits in den 60er und 70er Jahren wurden Studien zum Energieerhaltungsbedarf der Katze (Futteraufnahme zur Gewichtskonstanz) durchgeführt, deren Ergebnisse bei Werten von 60-103 kcal/ kg W und Tag lagen. Allerdings war hier nicht immer klar ersichtlich, auf welcher Energiestufe (Bruttoenergie des Futters, verdauliche Energie oder umsetzbare Energie) die Angaben basierten; zusätzlich wurde auf Basis der ME oft auch der Energiegehalt von Fertigfutter mit Atwater Faktoren berechnet, was eine Überschätzung des Energiegehalt nach sich zog (Krehl et al. 1955, Allison et al. 1956, Greaves und Scott 1960, Waterhouse und Carver 1962, Gisler und Ewing 1964, Scott 1968, Skultety 1969).

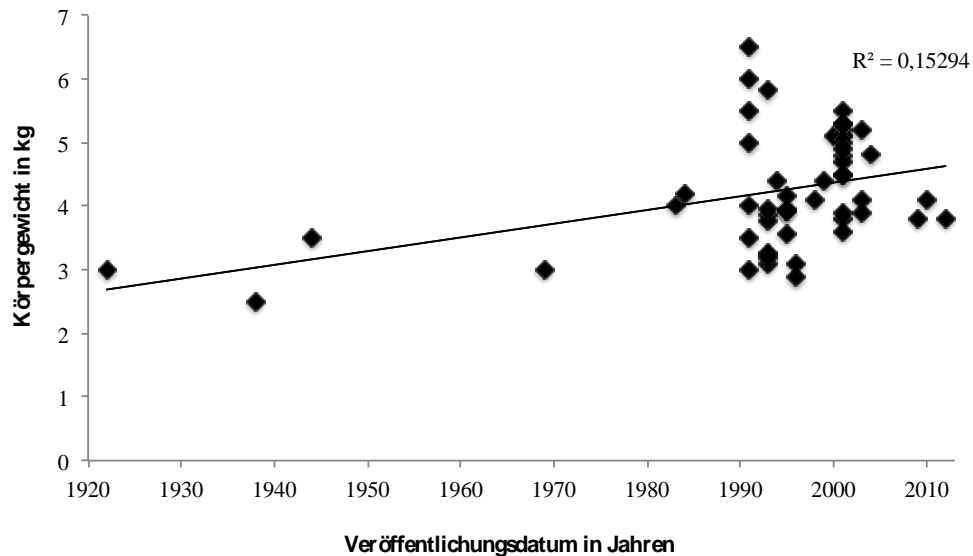
Spätere Studien erfolgten meist auf der Stufe der umsetzbaren Energie, die entweder auf der Grundlage von Schätzgleichungen (Kendall et al. 1985, Kuhlman et al. 1993, Kienzle et al. 1998a) oder über Fütterungsversuche bestimmt wurde.

Eine aktuelle Studie zum Energieerhaltungsbedarf ist die Metaanalyse von Bermingham (2010), welche einen Energiebedarf von durchschnittlich 77,6 kcal/kg $W^{0.711}$ pro Tag festlegte. Geht man von einer durchschnittlichen Katze mit 4 kg Körpergewicht aus, benötigt diese Katze also 208 kcal pro Tag und damit nur noch 77% von der wildlebenden Katze aus der Studie von MacDonald et al. (1984). Der Energiebedarf der Katze scheint also in den letzten 30 Jahren um mehr als 20% gesunken zu sein (Abbildung 4). Gleichzeitig nahm das Gewicht der in den Studien verwendeten Katzen stetig zu (Abbildung 5).



Studien: Aub et al. (1922); Caldwell (1931); Benedict (1938); Carpenter (1944); Krehl et al. (1955); Miller und Allison (1958); Skultety (1969); Kendall et al. (1983); Burger et al. (1984); Earle und Smith (1991); Hauschild (1993); Ballevre et al. (1994); Radicke (1995); Flynn et al. (1996); Tennant (1998); Stiefel (1999); Parkman et al. (2000); Nguyen et al. (2000); Laeuger (2001); Laflamme und Ballam (2001); Martin et al. (2001); Edtstadtler-Pietsch (2003); Nguyen et al. (2004); Vasconcellos et al. (2009); Bermingham et al. (2010); Bermingham et al. (2012)

Abbildung 4: Untersuchungsergebnisse zum energetischen Erhaltungsbedarf der Katze in kcal ME/ kg W sortiert nach ihrem Veröffentlichungsdatum



Studien: Aub et al. (1922); Benedict (1938); Carpenter (1944); Skultety (1969); Kendall et al. (1983); Burger et al. (1984); Earle und Smith (1991); Hauschild (1993); Ballevre et al. (1994); Radicke (1995); Flynn et al. (1996); Tennant (1998); Stiefel (1999); Parkman et al. (2000); Laeuger (2001); Laflamme und Ballam (2001); Martin et al. (2001); Edtstadler-Pietsch (2003); Nguyen et al. (2004); Vasconcellos et al. (2009); Bermingham et al. (2010); Bermingham et al. (2012)

Abbildung 5: Durchschnittliches Körpergewicht (in kg) der untersuchten Katzen sortiert nach dem Veröffentlichungsdatum der Studie

Alle Studien mit einer Ausnahme (Parkman et al. 2000) basierten auf der Labortierhaltung, in der die Katzen meist in der Gruppe zusammenlebten. Einzig Parkman et al. (2000) veröffentlichte eine Untersuchung über den Energieerhaltensbedarf von 36 Hauskatzen. Dabei hatten die Katzen ein durchschnittliches Alter von 4 Jahren und ein durchschnittliches Gewicht von 5,1 kg. Der durchschnittliche Energiebedarf der Katzen, der mithilfe eines Fütterungsversuches ermittelt wurde, lag bei 62 ± 30 kcal ME/ kg W/ Tag.

Nachfolgend werden somit nur noch Studien beschrieben, die auf Katzen aus der Labortierhaltung basieren.

Wie bereits in III.1. beschrieben, ist ein bestehendes Über- und Untergewicht bzw. der Anteil der fettfreien Masse an der Gesamtkörpermasse ein entscheidender Einflussfaktor auf den Erhaltungsstoffwechsel der Katze. Earle und Smith (1991) stellten fest, dass der Energiebedarf mit steigendem Gewicht sank: leichte Katzen benötigten 66 kcal ME/ kg W/ d und schwere Katzen nur 39 kcal ME/ kg W/ d. Da Katzen sich kaum in der Körpergröße unterscheiden, sondern hauptsächlich in ihrem Fettanteil, sollte für eine bessere Beurteilung der nachfolgenden Studien daher zuerst das Idealgewicht einer Katze festgelegt

werden. Kienzle und Moik (2011) nahmen eine Beurteilung des Gewichtes anhand des Body Condition Scores nach Laflamme (1997) an 539 Katzen vor. Dadurch ergab sich ein Normalgewicht von 3,4 kg für die weibliche Hauskatze und von 4,3 kg für die männliche Hauskatze. Da der ermittelte Energiebedarf in vielen Studien nicht nach Geschlecht getrennt angegeben wurde, wird für diese Studien (Aub et al. 1922; Benedict 1938; Carpenter 1944; Skultety 1969; Kendall et al. 1983; Burger et al. 1994; Earle und Smith 1991; Hauschild 1993; Radicke 1995; Tennant 1998; Stiefel 1999; Parkman et al. 2000; Laflamme and Ballam 2001; Nguyen et al. 2004) eine Norm von 4,3 kg zur Beurteilung des Gewichtes der in den Studien verwendeten Katzen herangezogen.

Laflamme et al. (2001) fand in ihren Untersuchungen heraus, dass die untersuchten Katzen mit zunehmendem Alter einen reduzierten Energiebedarf aufwiesen (siehe Abbildung 6). Auch Hauschild 1993, welche den Energiebedarf über die indirekte Kalorimetrie untersuchte, konnte eine Reduzierung des Energiebedarfes mit dem Alter ermitteln. Taylor et al. (1995) stellte fest, dass der Energiebedarf im sehr hohen Alter wieder deutlich anstieg. So benötigten 12-14 Jahre alte Katzen über 70 kcal/ kg W/ d, während Katzen mittleren Alters mit ca. 35 kcal/ kg W/ d auskamen. Bei den genannten Studien wiesen die älteren Katzen ein deutlich höheres Gewicht auf als die jungen Katzen, wie Abbildung 6 verdeutlicht. Nur die Katzen über 14 Jahre von Laflamme (2001) zeigten ein Gewicht unter 4,3 kg.

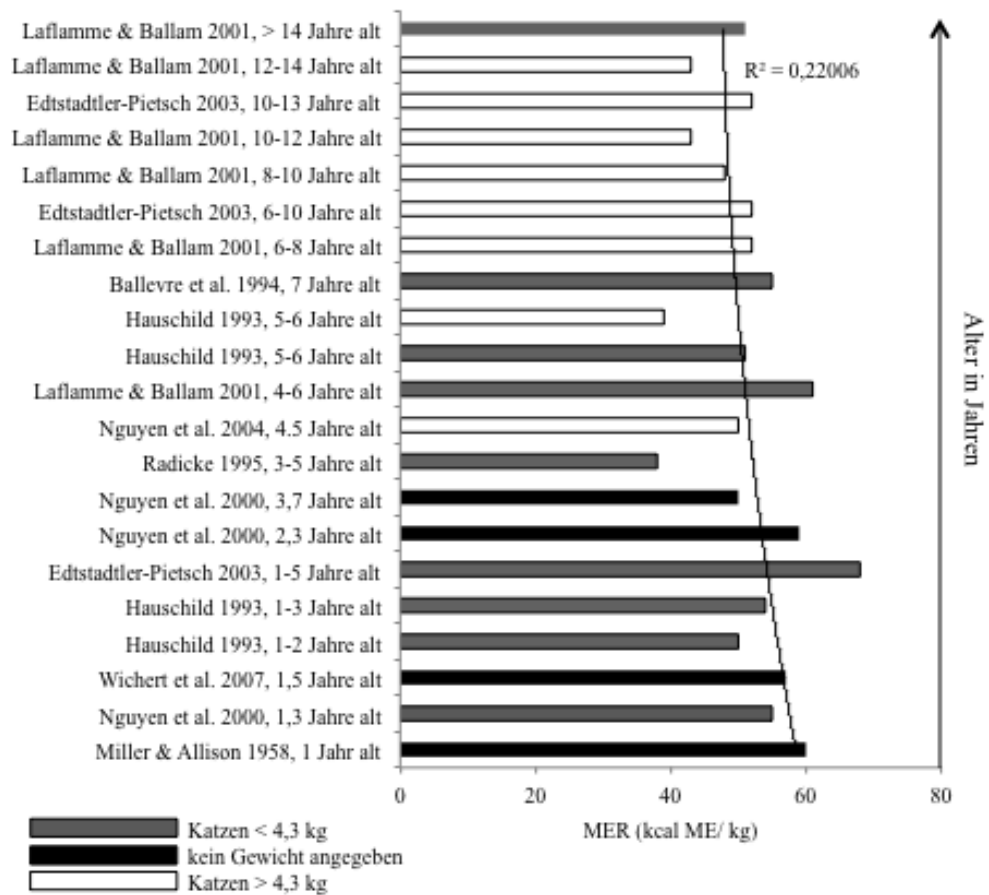


Abbildung 6: Der Energiebedarf von Laborkatzen in Abhängigkeit zum Alter angegeben in kcal ME/ kg W

Bermingham et al. 2012 fand einen Alterseffekt bezogen auf das Körpergewicht, der jedoch in Bezug auf die FFM verschwand (Abbildung 7). Die älteren Katzen wiesen im Vergleich zu den jungen Katzen zwar eine höhere FFM auf (mit 3,2 kg zu von 2,8 kg), doch der prozentuale Anteil der FFM an der Gesamtkörpermasse lag bei den jüngeren Katzen durchschnittlich um 4% höher.

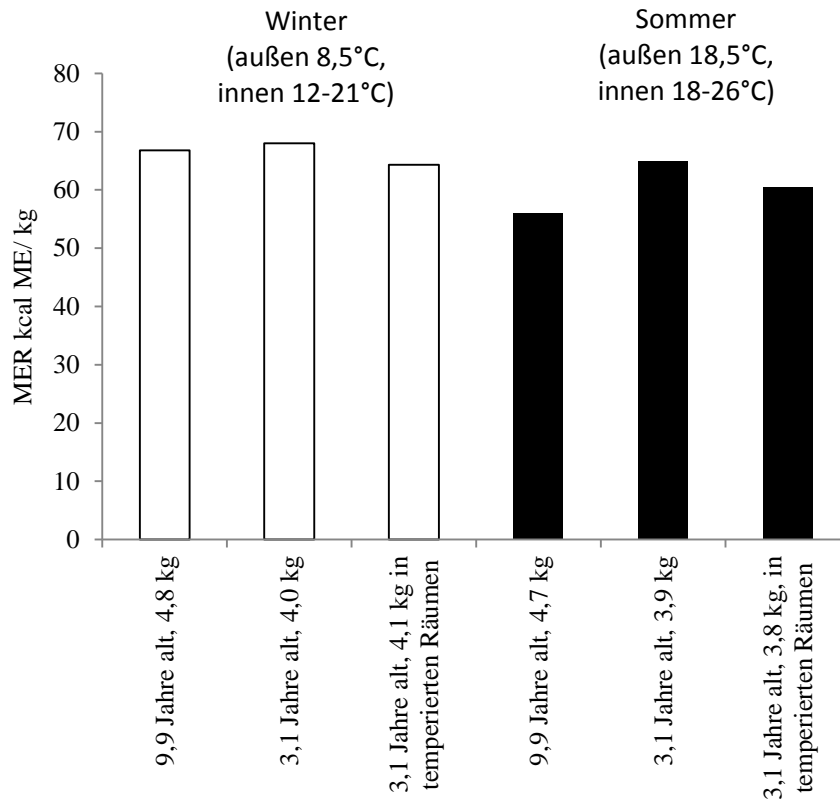
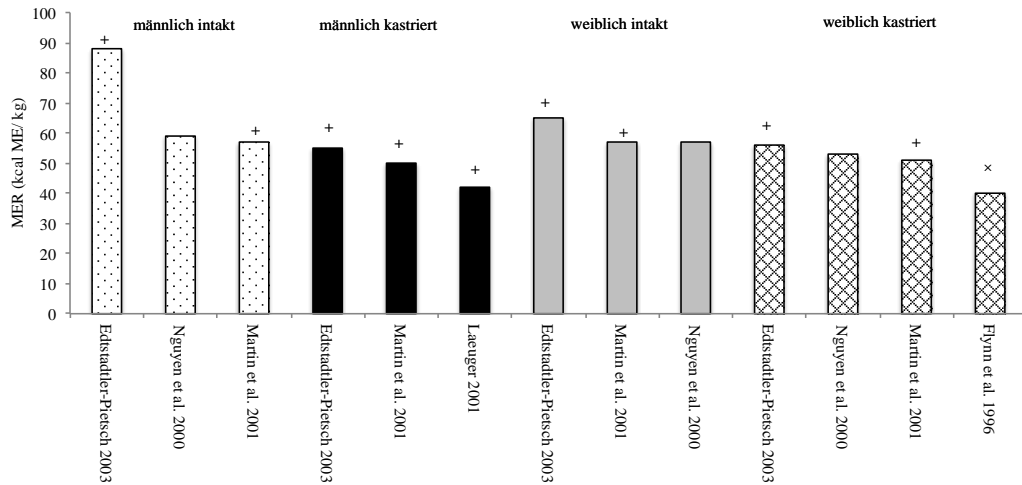


Abbildung 7: Studie von Bermingham et al. 2012 zum Energiebedarf von Laborkatzen in Abhängigkeit zum Alter, zur Haltungsform und zur Saison angegeben in kcal ME/ kg W

Flynn et al. (1996) stellte bei Kätzinchen nach der Ovariohysterektomie einen deutlich niedrigeren Erhaltungsbedarf (38 - 42 kcal ME/ kg W/ d) fest als bei intakten Kätzinchen (50 - 60 kcal ME/ kg W/ d). Kienzle et al. (2006) fand außerdem einen Geschlechtseffekt, so wiesen die männlich intakten Tiere einen höheren Energiebedarf auf als die weiblichen. Auch der Kastrationseffekt bestätigte sich in ihrer Studie. Einen reduzierten Erhaltungsbedarf zeigten auch die kastrierten Katzen in der Studie von Nguyen et al. (2000), doch hier wurde kein Geschlechterunterschied festgestellt. Laeuger (2001) ermittelte zwar eine Reduktion der Energieaufnahme bezogen auf das aktuelle Körpergewicht bei den kastrierten Katzen im Vergleich zu den intakten Katzen, doch sobald er die Energieaufnahme auf die FFM bezog, war dieser Effekt verschwunden.



+ männliche Katzen mit einem Gewicht > 4,3 kg und weibliche Katzen mit einem Gewicht > 3,4 kg
 x weibliche Katzen mit einem Gewicht < 3,4 kg
 wenn keine Angaben zum Gewicht vorlagen, sind die Balken ohne ein Zeichen

Abbildung 8: Der Energiebedarf von Laborkatzen in Abhängigkeit zum Geschlecht und zum Kastrationsstatus angegeben in kcal ME/ kg W

Die NRC (2006) stellten fest, dass es im Gegensatz zum Hund keine klaren Faktoren wie Alter, Rasse oder Aktivität gibt, die den Energieerhaltungsbedarf der Katze auffällig stark beeinflusst. Nur ein Faktor scheint laut NRC (2006) hier besonders entscheidend zu sein: das Körpergewicht, bzw. der Anteil der FFM an diesem. Katzen unter 4 kg weisen einen höheren Energiebedarf auf als schwerere Katzen (Abbildung 9).

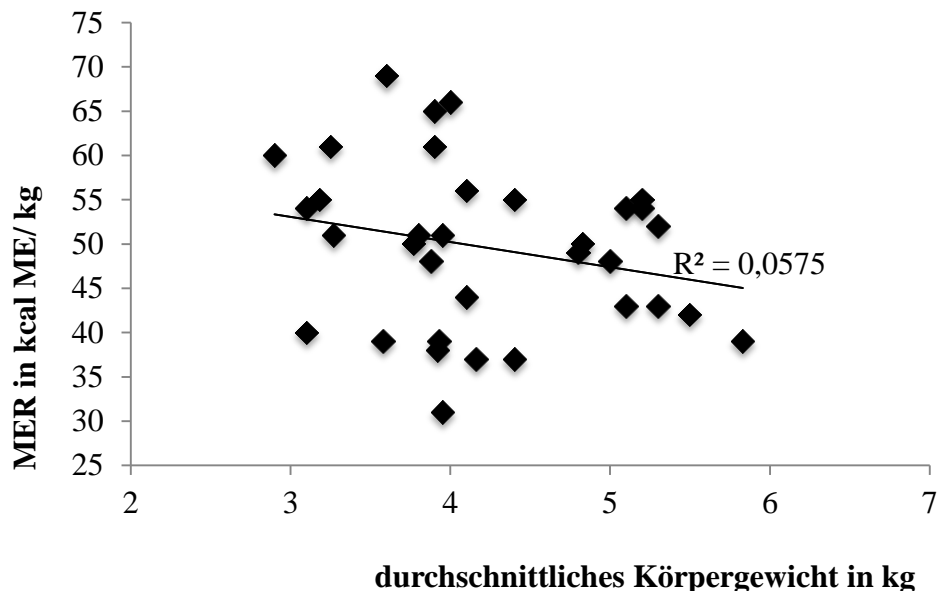


Abbildung 9: Der Energiebedarf von Laborkatzen in Abhängigkeit zum Gewicht angegeben in kcal ME/ kg W, Studien nach NRC (2006)

IV. PUBLIKATIONEN

1. Metabolizable energy intake of client owned adult dogs (Status: accepted im Journal of Animal Physiology and Nutrition)

Metabolizable energy intake of client owned adult dogs

Thes, M.¹, Köber, N.¹, Fritz, J.¹, Wendel, F.¹, Dillitzer, N.², Dobenecker, B.¹,
Kienzle, E.¹

¹ Chair of Animal Nutrition and Dietetics, Ludwig-Maximilians-University,
Munich, Germany

² Futtermedicus, Fürstenfeldbruck, Germany

Running head: Energy intake of pet dogs

Keywords

Energy requirement, pet dog, overweight, underweight

Correspondence

Prof. Dr. E. Kienzle, Chair of Animal Nutrition and Dietetics, Ludwig-
Maximilians-University, Munich, Germany;

fax: +49 89218078702, kienzle@tiph.vetmed.uni-muenchen.de

Summary

In the present study we evaluated in retrospect the metabolizable energy (ME) intake of privately owned pet dogs from our nutrition consultation practice (Years 2007-2011). Data on 586 adult dogs were available (median age 5.5, median deviation from ideal weight 0.0), 55 of them were completely healthy; the others

had various diseases. For ration calculation a standardized questionnaire and the software diet-check MunichTM was used. ME was predicted according to NRC (2006). Data were evaluated for the factors disease, breed, size, age, gender and type of feeding. The mean ME intake of all adult dogs amounted to 0.410 ± 0.121 MJ/kg metabolic body weight ($BW^{0.75}$) ($n=586$). There was no effect of breed size and disease. Overweight dogs ate 0.360 ± 0.121 MJ/kg $BW^{0.75}$ and underweight dogs ate 0.494 ± 0.159 MJ/kg $BW^{0.75}$. Older dogs (>7 years, $n=149$, 0.389 ± 0.105 MJ/kg $BW^{0.75}$) had a lower ME intake than younger ones ($n=313$, 0.419 ± 0.121 MJ/kg $BW^{0.75}$) and intact males had a higher ME intake than the others ($p < 0.001$). Some breeds were above average: Jack Russell Terrier, Dalmatian, small Munsterlander and Magyar Vizsla, Bearded Collies, Slight Hounds, German Boxers, English foxhounds, Rhodesian Ridgebacks and Flat Coated Retrievers with a mean ME intake of 0.473 ± 0.121 MJ/kg $BW^{0.75}$. The following breeds were below average: Dachshunds, Bichons, Westhighland White Terrier, Collies except Bearded Collies, Airedale Terriers, American Staffordshire terriers and Golden Retrievers with a mean ME intake of 0.343 ± 0.096 MJ/kg $BW^{0.75}$. The mean maintenance energy requirements of pet dogs are similar to that of kennel dogs who do not exercise very much. These results suggest that opportunity and stimulus to exercise provided for pet dogs are lower than for kennel dogs. Reduced activity in pet dogs may level out part of potential effects of breed, medical history and age groups.

Introduction

For giving accurate feeding recommendations on labels of prepared complete pet foods and in nutrition consultation practice food manufacturers and veterinarians need accurate data on metabolizable energy (ME) requirements of pet dogs. Given the incidence of overweight and obesity in pet dogs (German 2006, Lund et al. 1999, Gossellin et al. 2007) this is important with regard to animal welfare. A key point of the impact of knowledge on ME requirements on complete food composition is that recommendations for nutrient supply in prepared complete and balanced dog foods are given as a nutrient/ME ratio (FEDIAF 2012, NRC 2006). The nutrient/ME ratios are based on the nutrient requirements per kg body weight^{0.75} ($BW^{0.75}$) and the ME requirements per kg $BW^{0.75}$. Thus the latter is a major determinant of recommendations for complete food composition. If a dog

eats much less or much more of a complete food than the ME requirement on which the composition is based the intake of all other nutrients is also much below or above the recommended intake. The majority of studies on ME requirements of adult dogs were carried with experimental kennel dogs (NRC 2006). In the few studies on privately owned dogs the dogs are not always typical for pet dogs. For instance, Burger 1994 used data from dogs who were walking x hours. Weight loss studies start from the basis of $0.553 \text{ MJ/kg target BW}^{0.73}$ and feed only 50%, 55%, 55% and 60% of that for neutered females, entire females, neutered males and entire males, respectively (German et al. 2007). Weight loss on these feeding schedules is 0.85% per week. This corresponds with data on privately owned dogs, which did not exercise very much (Patil and Bisby 2010, Burger 1994, Wichert et al. 1999) and also elderly or lazy kennel dogs (Rainbird and Kienzle 1990, Finke 1991, Finke 1994, Taylor et al. 1995). In the present study we wanted to generate data on the ME intake of privately owned dogs which were not undergoing large changes in BW. We evaluate them for factors known to have an effect in kennel dogs such as breed and age, and also for the effect of over- and underweight and of chronic diseases.

Material and Methods

This retrospect study is based on data of our nutrition consultation practice from the years 2007 – 2011. The dog owners wished explicitly that the present ration was checked for nutritional adequacy. The rations were fed long term (several months) and did not lead to significant changes of body weight and body condition. Contact was made by phone, fax or e-mail. A standardized questionnaire was used for nutrition consultation to get general information about the dog like breed, gender, age, neutering, actual body weight, ideal body weight and medical history. The questionnaire also asked about the type (homemade/prepared food) and amount of food, specifically asking about the use of supplements and treats. The amounts of food and the actual body weight of the dog were weighed by the owner. The ideal body weight based on owners estimates. The diet of the dog was discussed with the owner on the phone. Owners were questioned in different wordings including suggestions of examples for feeding of treats and supplements. The owners were informed about the result in writing, and rations were corrected or adjusted if necessary and wished by the

owner (data not shown).

Data on 586 adult dogs in maintenance were available. Median age was 5.5 years (23 dogs with unknown age). Percentage of over- and underweight dogs was 11% and 8% respectively. The median deviation from ideal weight was 0 %. 55 dogs were completely healthy; the others had various diseases, mostly diseases, which require dietary treatment (table 1). For breed distribution see table 2. The distribution of female and male dogs was near equal. 58% of dogs were neutered (unknown neutering status in 42 dogs). For ration calculation the software diet-check MunichTM was used. This computer program includes data on meat and meat by-products based on analyses and digestion trials with dogs, as reported by Meyer et al. (1981). ME was calculated from data on digestible energy minus 5.2 kJ/ g digestible crude protein (NRC, 2006). Other values on nutrient content of single food were taken from Souci et al. (2000). For prepared food data from the label were used. ME of foods without experimental data on digestibility was estimated by the predictive equation of Kienzle et al. (1998a, recommended by NRC 2006 for prepared food):

Step 1: Gross energy (kcal) = (5.7 x g protein) + (9.4 x g fat) + [4.1 x (g N-free extract + g fiber)]

Step 2: Percentage energy digestibility = 91.2 – (1.43 x percentage crude fiber in dry matter)

Step 3: Digestible energy (kcal) = (gross energy x percentage energy digestibility/ 100)

Step 4: ME (kcal) = digestible energy – (1.04 x g protein)

Energy intake was based on kg actual BW^{0.75} and the values were used to evaluate data for the factors disease (healthy, food allergy, urolithiasis, heart diseases, pancreatitis, exocrine pancreatic insufficiency (EPI), obesity, tumour, skeletal diseases, gastrointestinal diseases, hypothyroid, kidney or liver disease), over-, normal- and underweight (≥ 10 % deviation from ideal weight, respectively), breed (breeds with ME intake between 0.369 - 0.453 MJ/ BW^{0.75}, breeds with ME intake above 0.453 MJ/ BW^{0.75}, breeds with ME intake below 0.369 MJ/ BW^{0.75}), size (very small breeds (< 7 kg), small breeds (7-15 kg), medium-sized breeds (16 – 25 kg), large breeds (26 – 50 kg) and giant breeds (> 50 kg)), age (young ≤ 7

years, old > 7 years), gender (male intact and neutered, female intact and neutered), and type of feeding (homemade including Bone and Raw Food diets (BARF), prepared food). Analyses for the different factors were done with the statistic program Sigma Stat 3.0TM. For the statistical comparison between many groups one way ANOVA was carried out. Means were compared by Holm-Sidak method (if normality test was passed and groups had the same size) or Dunn's method (if normality test failed). P values <0.05 were considered significant.

Results

The mean ME intake of all adult dogs amounted to 0.410 ± 0.121 MJ/kg BW^{0.75} (n= 586). When dogs were grouped into overweight ($\geq 10\%$), normal weight and underweight ($\leq -10\%$) there was a strong effect. Overweight dogs had a lower mean ME intake than normal weight dogs and underweight dogs had a higher mean ME intake than normal dogs (table 3). When dogs were grouped according to their medical history excluding multi-morbid dogs there was no effect of the disease named in the history except for EPI and obesity (table 1). The majority of dogs with EPI were underweight. There was no significant difference between underweight dogs with EPI (0.544 ± 0.105 MJ ME/ kg BW^{0.75}; n=9) and without EPI (0.486 ± 0.168 MJ ME/ kg BW^{0.75}; n=37). For further evaluations with regard to age, gender, size, breed, fur and type of feeding only normal weight dogs were used. There was no significant difference (p= 0.178) between longhaired (n= 214, median age = 5.0, 0.402 ± 0.121 MJ ME/ kg BW^{0.75}) and shorthaired breeds (n= 149, median age = 5.0, 0.419 ± 0.121 MJ ME/ kg BW^{0.75}). Furthermore type of feeding had no significant influence on ME intake of pet dogs. There were no differences (p = 0.102) between dogs, which were fed with prepared food (n= 184, median age = 6.0, 0.423 ± 0.121 MJ ME/ kg BW^{0.75}) and dogs, which got homemade diets including BARF and vegetarian feeding (n= 294, median age = 5.0, 0.402 ± 0.109 MJ/ kg BW^{0.75}).

The mean ME intake of dogs up to 7 years of age (n= 313, 0.419 ± 0.121 MJ/ kg BW^{0.75}) was significantly higher (p = 0.008) than that of dogs older than 7 years (n= 149, 0.389 ± 0.105 kcal/ kg BW^{0.75}). When a two-way-ANOVA with the factors age (≤ 7 years versus > 7 years) and disease (healthy versus any medical history) was carried out in the normal weight dogs there was a significant effect of

age, with older dogs having lower ME intake. Disease did not have an effect, and there was no significant interaction. When only the older healthy dogs were compared with the older dogs with diseases then there was a significant difference, the latter having a higher ME intake (figure 1). Gender effects were significant for intact males ($p < 0.001$). Their energy intake was higher than in neutered males, intact and neutered females (table 4). Body size had no effect on ME intake per kg BW^{0.75} (figure 2). But there was an interesting effect of breed on ME intake. We found some breed groups with an above average energy intake ($n = 59$, median age = 5.0, 0.473 ± 0.121 MJ ME/ kg BW^{0.75}) and others which were below average ($n = 83$, median age = 6.3, 0.343 ± 0.096 MJ ME/ kg BW^{0.75}) (figure 3).

Discussion

In a population of adult dogs at maintenance without large changes of BW it can be assumed that the mean ME intake is close to the ME requirement. The energy content of the body is unlikely to change in adult non-reproducing dogs who are not undergoing a special training program unless there are changes in BW. Therefore a constant BW can be assumed to be more or less equivalent to constant energy content of body.

In our study owners weighed dogs and food, and the data on food composition were taken from tables (Meyer et al. 1981, Souci et al. 2000). There might be systematic errors such as overestimate of ideal body weight (BW) of the dogs and incomplete nutritional history, especially that information on treats is left out, and there are presumably unsystematic errors like inaccurate scales, estimates of weight of food. Over- or underestimate of fat content in meat and other components of homemade diets may or may not be systematic. To make a judgement on the quality of our data we first compared the mean of the ideal BW of purebred dogs with the respective breed standards (Kraemer 2002). Breed standard is not suitable to assess the BW of single animals. In a group of dogs the comparison would, however, show systematic over- or underestimates. In our study there were no systematic differences between the mean of ideal BW (23.2 kg) given by the owners and the mean of BW according to breed standards (23.0 kg). In a comparable study on feeding of dogs fed according to BARF diets

(Dillitzer et al. 2011) there were data on ideal BW given by the owners and data on the BW at the age of 1.5 years. At this age it is unlikely that a majority of the dogs is already considerably overweight but on the other hand dogs are fully mature with the possible exception of dogs > 40 kg mature weight. Therefore we excluded these dogs. We compared the ideal BW estimated by owners, the BW with 1.5 years of age and the breed standards. There were no significant differences between the means of BW at the age of 1.5 years (22.3 kg), the mean of BW according to owners (23.6 kg) and the mean of BW according to breed standards (24.8 kg). These findings make it appear very unlikely that severely overweight dogs (> Body Condition Score 6/9) are systematically recorded in the study as normal weight dogs. According to Corbee (2012) breed standards do not systematically overestimate the BW of dogs, even though the body weight in standards of breeds described as “very robust” and “muscular” may be slightly too high. In contrast to the findings of our study other investigations found that dog owners are not very well able to recognize overweight (Kienzle et al. 1998b, Becker 2008). The discrepancy between the findings of our study and others might be due to the demography of our clients. Bergler et al. (2007) observed that our clients had above average income and education and a high interest in preventive health care. This would be in excellent agreement with the small number of overweight dogs in our study because overweight in dogs is associated with lower income and low interest in preventive health care (Kienzle et al. 1998b). Due to the organisation of our nutrition consultation owners contact us often on their own initiative, a system, which selects for owners with a high interest in nutrition and preventive health care. The high percentage of such clients could contribute to a good quality of nutrition history. To test whether treats and other compounds of the ration may have been left out we compared the ME intake of dogs on homemade elimination diets to our dog population. A considerable percentage of these dogs do not tolerate prepared elimination diets and/or their owners do not want to feed prepared food anymore. They come to our consultation mostly to obtain custom made purified mineral mixtures. The owners of these dogs are likely to be more acutely aware of what they are feeding to their dogs than the owners of other dogs. Therefore dogs on homemade elimination diets are less likely to receive treats or other food not mentioned by owners. There was no systematic difference between the ME intake of these dogs and the rest of our dogs. This makes it appear less likely that there is a general underestimation

of ME intake due to forgotten treats. Even though our clients probably do not represent the population of dog owners in Germany the breed distribution agreed with data on the general dog population in Germany (Becker 2008). It is, however, quite possible that owners with a stronger interest in preventive health care provide their dogs with more opportunities and stimulus to exercise. Therefore the mean ME intake of our dogs population might be even higher than the ME intake of the general dog population in Germany.

When using data on ME content in feed from tables and predicting ME by the equation of Kienzle et al. (1998a) some over- or underestimate of feed is possible. Therefore we compared all dogs eating prepared food with all dogs eating homemade diets including BARF and vegetarian diets. The difference was not significant. In BARF diets the ME intake was practically identical with the intake of dogs eating prepared food. This makes it appear unlikely that there was a systematic under- or overestimate of fat content in meat and offal. By contrast the ME intake in vegetarian diets was very high ($n = 4$, 0.507 ± 0.151 MJ ME/ kg BW^{0.75}). Possibly the ME content of vegetables is overestimated. In other homemade diets the ME intake was lower ($n = 290$, 0.398 ± 0.109 MJ ME/ kg BW^{0.75}) suggesting a slight underestimate of the ME content from some major compounds used for these diets. Likely candidates are cooked rice, cooked potatoes and pasta.

In the present study the mean ME intake of adult pet dogs was in the lowest range given by NRC (2006) for inactive dogs. This suggests that the majority of pet dogs have less exercise than experimental dogs kept in kennels. This is in agreement with other studies on pet dogs (Patil and Bisby 2001, Burger 1994, Wichert et al. 1999). In the present study the ME intake of dogs > 7 years was lower than that of younger dogs. Compared to a previous study on kennel dogs (Rainbird and Kienzle 1990) the difference was much less marked (7,7 % versus 20 %). This finding can be interpreted as an indicator that young pet dogs have less opportunity to exercise than young kennel dogs. If the starting point of activity is lower in young pet dogs the reduction of activity with age is less marked.

Overweight dogs of our study had a significantly lower ME intake than dogs with normal weight and underweight dogs. It is long since known that metabolic rate depends chiefly on lean body mass (Miller and Blyth 1953). The percentage of

lean body mass is likely to be lower in overweight dogs and higher in underweight dogs. When the ME intake was based on ideal $BW^{0.75}$ there was no longer a difference between the ME intake of over- (0.411 ± 0.141 MJ ME/ target kg $BW^{0.75}$) and underweight dogs (0.443 ± 0.144 MJ ME/ target kg $BW^{0.75}$) compared to dogs with normal weight (0.410 ± 0.113 MJ ME/ target kg $BW^{0.75}$). This confirms that the current practice of calculating maintenance ME requirements by the ideal body weight is an excellent approach to estimate maintenance ME requirements of overweight or underweight animals.

There was no effect of diseases except of obesity and EPI, an effect, which was linked to over- or underweight (median deviation from ideal body weight: EPI - 20%, obesity +16 %). A potential hypermetabolic effect of chronic diseases might be masked by a reduction of the activity level of dogs with these diseases, the net effect being that there is no difference between healthy and chronically ill dogs. This hypothesis is strengthened by the higher ME intake of older chronically ill dogs compared to older healthy dogs (figure 1). On the other hand the hypermetabolic effects of several diseases in dogs appear to be smaller than in humans (Schneeweiss et al. 1990). One explanation for this could be the lower susceptibility for lactic acidosis in dogs compared to humans (Proscurshim et al. 1989). For nutrition consultation practice and for the formulation of complete diets, the present results on energy intake of chronically ill dogs do not warrant a different approach.

In the present study intact males had a higher ME intake than neutered males and intact and neutered females. There was, however, no effect of neutering in females in the own study. By contrast Jeusette et al. (2004) described a decrease of ME requirements to maintain weight after neutering of beagle bitches. The NRC (2006) also states that the effect of gender on maintenance ME requirements is not unequivocal. A possible explanation would be that there are interactions between the management, especially the housing of the dogs and the effect of neutering on activity. The 2-year-old bitches used by Jeusette et al. (2004) were housed together. Before neutering they had high maintenance ME requirements, as typical for younger kennel dogs housed together. After neutering the ME requirements decreased by 30 % but they were still considerably above the requirements of even the intact male dogs in the present study. Thus effects of neutering on activity may be nivellated by the amount of opportunity and stimulus to exercise

which the owner provides. There may be other possible interactions between the incentive for neutering the dog and the lifestyle of owner and dog, which may either mask or enhance effects of neutering on activity.

In our study we had breeds with an above average energy intake ($0.473 \text{ MJ ME/kg BW}^{0.75}$) and breeds with a below average energy intake ($0.343 \text{ MJ ME/kg BW}^{0.75}$). There are some possible explanations for this effect. This could be an effect of temperament and body composition of these breeds. Golden Retriever, Dachshunds, Westhighland White Terrier, Bichons, etc. are often described in breed standards as quiet, good-natured and compact in body composition. Dalmatian, Sight hounds, Foxhounds etc. are known as active breeds. Dog owners with a high interest in sport, preventive health care and outdoor activities and/or owning a large garden or yard are more likely to prefer dog breeds with an above average activity level. The interaction between lifestyle of owner, choice of breed and activity of dogs cannot be discriminated in a field study. For nutrition consultation, however, this type of dog owner or the respective dog breeds warrant a slightly higher estimate of ME requirements.

References

- Becker, N., 2008: Erhebungen zur Fütterung von Hunden und Katzen mit und ohne Verdacht auf eine Futtermittelallergie in Deutschland, Thesis
- Bergler, R.; Zorn, N.; Kienzle, E., 2007: Experiences and interactions with pet owners in our small animal nutrition consultation practice. Poster Presentation in 11rd Conference of the European Society of Veterinary and Comparative Nutrition (ESVCN), Leipzig.
- Burger, I.H., 1994: Energy Needs of Companion Animals: Matching Food Intakes to Requirements Throughout the Life Cycle. *Journal of Nutrition* 124: 2584S-2593S
- Corbee, R.J., 2012: Obesity in show dogs. In Proceedings of 16rd Conference of the European Society of Veterinary and Comparative Nutrition (ESVCN), Bydgoszcz.
- Dillitzer, N.; Becker, N.; Kienzle, E., 2011: Intake of minerals, trace elements and vitamins in bone and raw food rations in adult dogs. *British Journal of Nutrition*

106: S53-S56.

European Pet Food Industry Federation F.E.D.I.A.F., 2012: Nutritional Guidelines for Complete and Complementary Pet Food for Cats and Dogs. 44-52. Publication

Finke, M.D., 1991: Evaluation of the energy requirements of adult kennel dogs. *Journal of Nutrition* 121: S22-S28.

Finke, M.D., 1994: Energy requirements of adult female beagles. *Journal of Nutrition* 124: 2604S-2608S

German, A.J., 2006: The growing problem of obesity in dogs and cats. *Journal of Nutrition* 136: 1940S–1946.

German, A.J.; Holden, S.L.; Bissot, T.; Hackett, R.M.; Biourge, V., 2007: Dietary Energy Restriction and Successful Weight Loss in Obese Client-Owned Dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 21: 1174–1180

Gossellin, J.; Wren, J. A.; Sunderland, S. J., 2007: Canine obesity – an overview. *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics* 30: 1–10.

Jeusette, I.; Dettileux, J.; Cuvelier, C.; Istasse, L.; Diez, M., 2004: Ad libitum feeding following ovariectomy in female Beagle dogs: effect on maintenance energy requirement and on blood metabolites concentrations in female dogs. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 88: 117–121

Kienzle, E.; Bergler, R.; Mandernach, A., 1998b: A Comparison of the Feeding Behavior and the Human–Animal Relationship in Owners of Normal and Obese Dogs. *Journal of Nutrition* 128: 2779S–2782S.

Kienzle, E.; Opitz, B.; Earle, K.E.; Smith, P.M.; Maskell, I.E.; Iben, C., 1998a: The development of an improved method of predicting the energy content in prepared dog and cat food. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 79: 69-79.

Kraemer, E. M., 2002: *Der neue Kosmos-Hundefuehrer*. Kosmos, Stuttgart.

Lund, E.M.; Armstrong, P.J.; Kirk, C.A., 1999: Health status and population characteristics of dogs and cats examined at private veterinary practices in the United States. *Journal of American Veterinary Medicine Association* 214: 1336–1341.

Meyer, H.; Schmitt, P.J.; Heckoetter, E., 1981: Nährstoffgehalt und Verdaulichkeit von Futtermitteln für Hunde. Uebersichten der Tierernaehrung 9: 71-104.

Miller, Jr., A.T.; Blyth, C.S., 1953: Lean Body Mass as a Metabolic Reference Standard. Journal of Applied Physiology volume 5 number 7: 311-316

National Research Council NRC, 2006: Nutrient requirements of dogs and cats. Page 28-48. National Academy Press, Washington, DC

Patil, A.R.; Bisby, T.M., 2010: Comparison of maintenance energy requirement of client-owned dogs and kennel dogs. Purina Nutrition Forum, St. Louis, Mo.

Proscurshim, P.; Russo, A.K.; Silva, A.C.; Piçarro, I.C.; Freire, E.; Tarasantchi, J., 1989: Aerobic training effects on maximum oxygen consumption, lactate threshold and lactate disappearance during exercise recovery of dogs. Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology 94: 743-747.

Rainbird, A.; Kienzle, E., 1990: Untersuchungen zum Energiebedarf des Hundes in Abhaengigkeit von Rassezugehoerigkeit und Alter. Kleintierpraxis 35: 145-158.

Schneeweiss, B.; Graninger, W.; Ferenci, P.; Eichinger, S.; Grimm, G.; Schneider, B.; Laggner, A. N.; Lenz, K.; Kleinberger, G., 1990: Energy metabolism in patients with acute and chronic liver disease. Hepatology 11: 387–393.

Souci, S.W.; Fachmann, W.; Kraut, H., 2000: Die Zusammensetzung der Lebensmittel, Naehrwerttabellen, 6.Auflage, Medpharm Scientific publishers, Stuttgart.

Taylor, E.J.; Adams, C.; Neville, R., 1995: Some nutritional aspects of ageing in dogs and cats. Proceedings of the Nutrition Society 54: 645-656.

Wichert B.; Opitz, B.; Wehr, U.; Kienzle, E., 1999: Energy requirements of pet dogs. In Proceedings, 26th World Veterinary Association (WVA), 24th World Small Animal Veterinary Association (WSAVA), 3rd Conference of the European Society of Veterinary and Comparative Nutrition (ESVCN), Lyon, page 80.

Figures and Tables:

Figure 1: Effect of age and medical history on ME intake



Means in the same column not sharing a superscript letter are significantly different

Figure 2: Effect of body size on ME intake

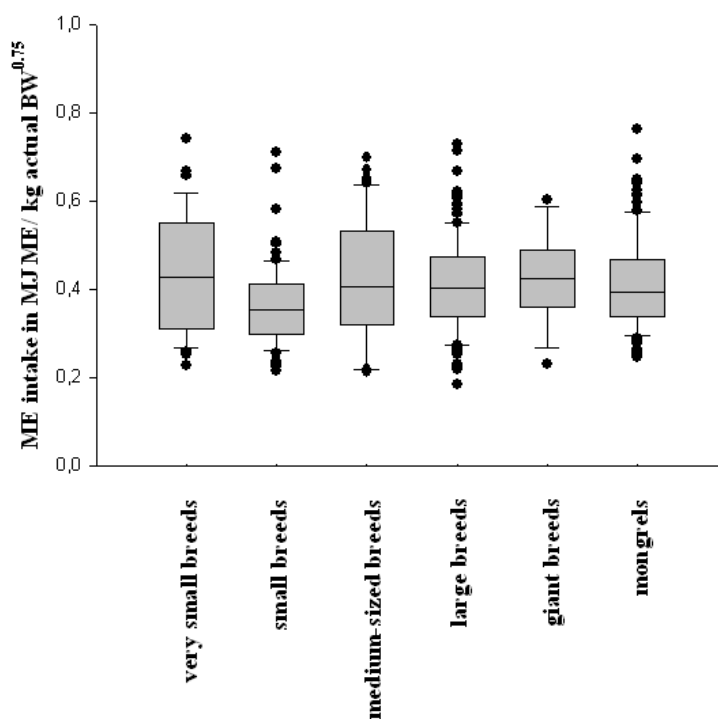


Figure 3: Effect of breed on ME intake

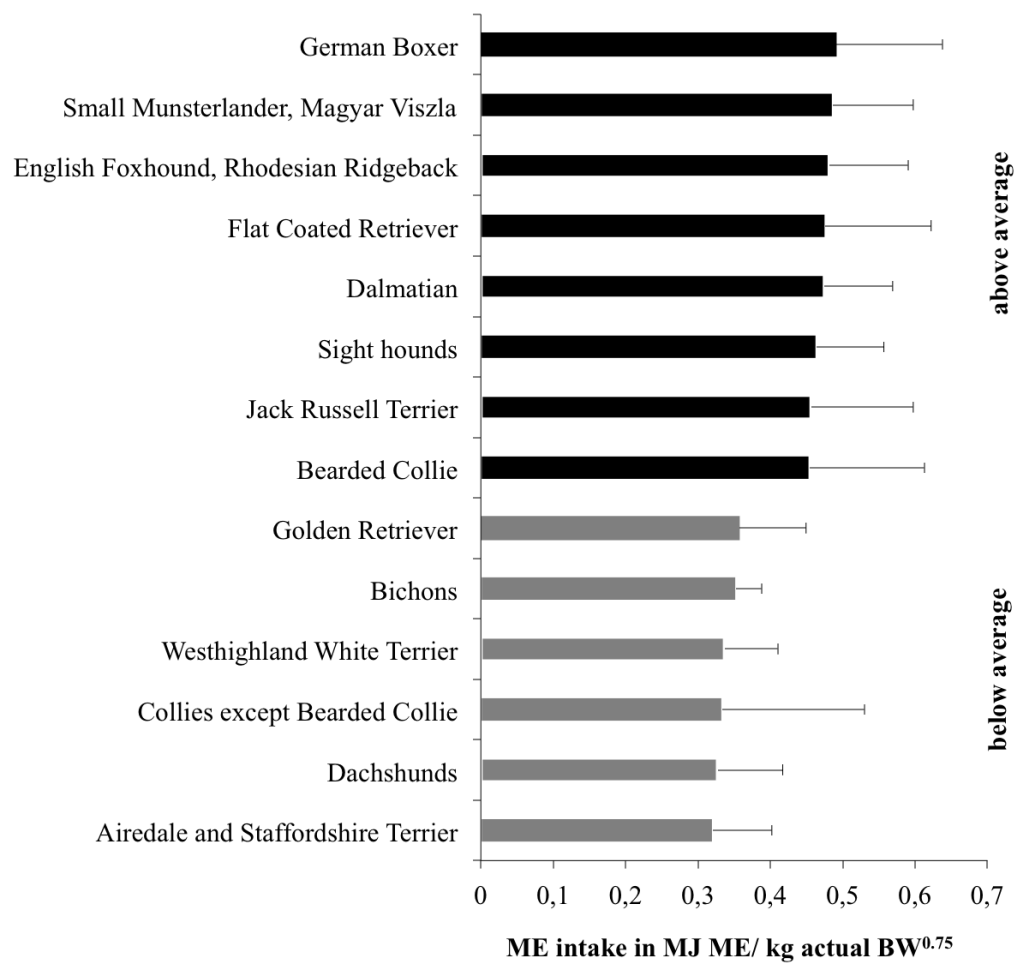


Table 1: ME intake of healthy dogs and dogs with chronic diseases

| Medical history | n | Median age | Median deviation from ideal weight | ME intake MJ/ actual kg BW ^{0.75} | | | |
|-----------------------------------|-----|------------|------------------------------------|--|--------|-------------|-------------|
| | | Years | % | Mean \pm SD | Median | 25 quartile | 75 quartile |
| Healthy | 61 | 4.0 | 0.0 | 0.410 \pm 0.130 ^c | 0.385 | 0.335 | 0.461 |
| Allergy | 214 | 4.5 | 0.0 | 0.410 \pm 0.117 ^c | 0.394 | 0.322 | 0.470 |
| Renal insufficiency | 53 | 7.0 | 0.0 | 0.419 \pm 0.113 ^c | 0.402 | 0.343 | 0.469 |
| Urolithiasis | 36 | 5.8 | 0.0 | 0.431 \pm 0.134 ^c | 0.419 | 0.352 | 0.494 |
| Obesity | 12 | 5.0 | +16.1 | 0.331 \pm 0.117 ^b | 0.306 | 0.234 | 0.398 |
| Skeletal diseases | 10 | 5.0 | 0.0 | 0.406 \pm 0.126 ^{b,c} | 0.389 | 0.314 | 0.482 |
| Liver diseases | 9 | 4.0 | 0.0 | 0.402 \pm 0.126 ^{b,c} | 0.381 | 0.352 | 0.444 |
| Tumour | 8 | 7.0 | 0.0 | 0.368 \pm 0.121 ^{b,c} | 0.360 | 0.268 | 0.440 |
| Gastrointestinal Diseases | 5 | 5.0 | 0.0 | 0.499 \pm 0.230 ^c | 0.578 | 0.276 | 0.687 |
| Exocrine pancreatic insufficiency | 4 | 4.0 | -20.0 | 0.582 \pm 0.109 ^a | 0.565 | 0.499 | 0.662 |
| Pancreatitis | 3 | 6.0 | +4.3 | 0.381 \pm 0.075 ^{b,c} | 0.373 | 0.327 | 0.440 |
| Hypothyroid | 3 | 8.0 | 0.0 | 0.431 \pm 0.176 ^{a,b,c} | 0.414 | 0.306 | 0.565 |
| Heart diseases | 2 | 7.5 | 0.0 | 0.234 \pm 0.029 ^b | 0.234 | 0.214 | 0.255 |

Means in the same column not sharing a superscript letter are significantly different

Table 2: Breed distribution (% of study population)

| breed group | % |
|------------------------|----|
| Mongrels | 24 |
| Terrier | 13 |
| Retriever | 13 |
| Herding Breeds | 5 |
| Swiss Mountain Dogs | 4 |
| Bichons | 4 |
| Spitz-type Breeds | 3 |
| Collies | 3 |
| Shepherd | 3 |
| Pointing Breeds | 3 |
| Mollosser and Mastiffs | 3 |
| Dalmatians | 2 |
| German Boxer | 2 |
| Dachshunds | 2 |
| Bulldogs | 2 |
| Other breeds | 14 |

Table 3: Effect of over- and underweight on ME intake

| Weight | N | Median age | Median deviation from ideal weight | ME intake MJ/ actual kg BW ^{0.75} | | | |
|---------------|-----|------------|------------------------------------|--|--------|-------------|-------------|
| | | Years | % | Mean \pm SD | Median | 25 quartile | 75 quartile |
| Over-weight | 62 | 7 | 15.2 | 0.360 \pm 0.121 ^a | 0.322 | 0.260 | 0.440 |
| Normal weight | 478 | 5 | 0 | 0.410 \pm 0.117 ^b | 0.398 | 0.322 | 0.473 |
| Under-weight | 46 | 5.5 | -14.5 | 0.498 \pm 0.159 ^c | 0.465 | 0.406 | 0.599 |

Means in the same column not sharing a superscript letter are significantly different

Table 4: Effect of gender and neutering on ME intake

| Gender | n | Median age | Median deviation from ideal weight | ME intake MJ/ actual kg BW ^{0.75} | | | |
|------------------|-----|------------|------------------------------------|--|--------|-------------|-------------|
| | | Years | % | Mean \pm SD | Median | 25 quartile | 75 quartile |
| Intact Males | 124 | 4.5 | 0.0 | 0.452 \pm 0.130 ^a | 0.435 | 0.356 | 0.544 |
| Intact Females | 59 | 4.0 | 0.0 | 0.406 \pm 0.113 ^b | 0.410 | 0.331 | 0.477 |
| Neutered Males | 103 | 6.0 | 0.0 | 0.398 \pm 0.109 ^b | 0.394 | 0.318 | 0.465 |
| Neutered Females | 150 | 6.0 | 0.0 | 0.385 \pm 0.105 ^b | 0.377 | 0.310 | 0.440 |

Mean values in the same column not sharing a superscript letter are significantly different

2. Metabolizable energy intake of client owned adult cats (Status: submitted im Journal of Animal Physiology and Nutrition)

Metabolizable energy intake of client owned adult cats

Thes, M.¹, Koeber, N.¹, Fritz, J.¹, Wendel, F.¹, Dobenecker, B.¹,
Kienzle, E.¹

¹Chair of Animal Nutrition and Dietetics, Ludwig-Maximilians-University, Munich, Germany

Running head: Energy intake of pet cats

Keywords Energy intake, pet cat, overweight, underweight

Correspondence

Melanie Thes, Chair of Animal Nutrition and Dietetics, Ludwig-Maximilians-University, Munich, Germany;

fax: +49 89218078702, melanie.thes@tiph.vetmed.uni-muenchen.de

Summary

A retrospective analysis of the metabolizable energy (ME) intake of privately owned pet cats from the authors' nutrition consultation practice (years 2007-2011) was carried out to test whether current recommendations are suitable for pet cats. Data of 80 adult cats (median age: 9.0 years, median deviation from ideal weight: + 22.5%, majority neutered) at maintenance were available. 6% of the cats were healthy and the others were affected by various chronic diseases. A standardized questionnaire was used, cat owners weighed cat and food. For ration calculation the software diet-check MunichTM was used (ME prediction according to NRC 2006). Data was analysed for the factors deviation from ideal weight, breed, age, gender, disease and type of feeding (prepared food (dry, wet) vs. homemade). Over- or underweight were defined as ≥ 15 % deviation from ideal body weight (BW) according to Kienzle and Moik (2011). Cat owner's estimation of ideal BW was higher than literature data from Kienzle and Moik (2011). Based on literature data 26.3 % of the pet cats were normal weight, 63.7 % overweight and 10 % underweight. The mean ME intake of all adult cats amounted to 0.40 ± 0.14 MJ/kg actual BW^{0.67} (n=80). When the data were analysed according to normal, over- and underweight, there was a significant effect with normal weight cats

eating 0.46 MJ/kg BW^{0.67}. Underweight cats ate even more (0.49 MJ/kg BW^{0.67}), whereas overweight cats ate considerably less (0.36 MJ/kg BW^{0.67}). The other factors had no influence on ME intake of adult cats.

Introduction

The aim of the study was to generate data on the ME intake of privately owned cats, analyse them for factors affecting ME intake in practice, and compare with requirement figures.

The incidence of obesity in pet cats is high. 30-52% of pet cats are overweight (Becker et al. 2012; Colliard et al. 2009; German 2006, Russell et al. 2000). On the other hand maintenance energy requirements of cats expressed on BW or metabolic BW basis appear to have decreased during the last 2 to 3 decades (NRC 2006, Bermingham et al. 2010). In addition, various factors such as neutering, stimulus and opportunity to exercise, age, percentage of lean body mass (Bermingham et al. 2010, Nguyen et al. 2004, Edtstadtler-Pietsch 2003, Kanchuk et al. 2003, Laflamme and Ballam 2002, Hoenig and Ferguson 2002, Martin et al. 2001, Taylor et al. 1995), diet history (weight loss and rebound increase; Villaverde et al. 2008) may affect maintenance energy requirements.

In previous studies metabolic body weight was calculated with differing exponents. The NRC (2006) suggested an exponent of 0.67 for normal weight cats. The rationale behind this exponent being that cats do not show major allometric changes in shape with increasing size. Therefore, in the present study the exponent 0.67 was chosen to make data comparable with the NRC (2006) recommendations. In addition the NRC (2006) suggests an exponent of 0.4 for calculation of metabolic body weight of overweight cats, which was obtained in studies with mixed populations of both sexes with normal and overweight cats. In such a population the low exponent reflects the higher body fat content and concurring lower energy metabolism of overweight heavier animals. For comparison with data of other species and the current study of Bermingham et al. (2010) data was also transformed to an exponent of 0.75 for calculation of metabolic BW.

Material and Methods

This retrospective study is based on data of the nutrition consultation service (Chair of Animal Nutrition and Dietetics, Oberschleissheim, Germany) from the years 2007 – 2011. The cat owners wished explicitly that the present ration was checked for nutritional adequacy, a service which is charged for. The rations were fed long term (several months) and according to owners this established feeding regime did not lead to obvious changes of body weight and body condition. Contact was made by phone, fax or e-mail. A standardized questionnaire was used for nutrition consultation to get general information about the cat like breed, gender, age, neutering, actual BW, ideal BW and case history from medical point of view. The questionnaire also asked about the type (homemade/ prepared commercial food) and amount of food, specifically asking about the use of supplements and treats. The amounts of food and the actual BW of the cat were weighed by the owner. The cat owners were asked to estimate the ideal BW of their cat. This estimation was compared to a recent study on body weight of cats from Kienzle and Moik (2011). The diet of the cat was discussed with the owner on the phone with routine checks for plausibility. Owners were also asked about any free choice feeding, and if they offer substantial amounts of food for free choice they were asked for left-overs. Owners were questioned in different wordings including suggestions of examples for feeding of treats and supplements. The owners were informed about the result in writing, and rations were corrected or adjusted if necessary and wished by the owner (data not shown).

Data of 80 adult cats in maintenance were available. Median age was 9.0 years (2 cats with unknown age, range 1.0 – 16.0 years). Over and underweight were defined as ≥ 15.0 % deviation from ideal BW according to Kienzle and Moik (2011). This was defined as the mean BW of the lean adult cats of the same breed and sex in the study of Kienzle and Moik (2011, table 1). Median deviation from ideal BW according to Kienzle and Moik (2011) was +22.5 %. The female cats weighed between 2.4 – 8.6 kg (4.3 ± 1.3 kg) and the males weighed between 2.8 – 10.0 kg (6.0 ± 1.8 kg).

Five cats only were completely healthy; the others had various diseases: allergy (n= 37), renal insufficiency (n= 29), urolithiasis (n= 13), gastrointestinal problems (n= 12), liver disease (n= 5), heart diseases (n= 6), diseases of pancreas (n= 3), diabetes (n= 3), hyperthyreosis (n= 1, treated) or other diseases (n= 4). The

majority of cats were European shorthair (69%), 5% were British shorthair, further 5% were Main Coon and 2.5% were Persian. 4% were mongrels and 15% belonged to other breeds.

61% of the cats were male and the others female. Only 3 cats (1 male and 2 female) were intact, the others were neutered.

For ration calculation the software diet-check MunichTM was used. This computer program includes data on meat and meat by-products based on analyses and digestion trials with dogs, as reported by Meyer et al. (1981). ME content of the diet was calculated from data on digestible energy minus 5.2 kJ/g digestible crude protein (NRC, 2006). Other values on nutrient content of a single food were taken from Souci et al. (2000). For prepared commercial food data from the label were used. ME of foods without experimental data on digestibility was estimated according to NRC (2006) for dogs, a feature of the program diet-check MunichTM. This feature is used for the program because there are very small differences if any between the results of the NRC (2006) dog and cat equation, unless the food has extreme and impractical contents of fat or protein. Energy intake was expressed per kg actual BW, kg ideal BW, kg actual BW^{0.67}, and kg actual BW^{0.75} for all cats. In addition, for overweight cats energy intake was calculated per kg BW^{0.4}.

Data was analysed for potential effects of the factors disease (healthy, food allergy, renal insufficiency, urolithiasis), over-, normal- and underweight, breed (Persian, Main Coon, Sacred Birman, Selkirk Rex, European and British shorthair, Oriental shorthair, Russian Blue, Chartreux, Abyssinian, Tonkinese), age, gender (intact and neutered male, intact and neutered female), and type of feeding (homemade including Bone and Raw Food diets (BARF), prepared commercial food). Analyses for the different factors were done with the statistic program Sigma Stat 3.0TM. For the statistical comparison between many groups one way ANOVA or two way ANOVA was carried out. Means were compared by Holm-Sidak method (if normality test was passed) or Dunn's method (if normality test failed). P values <0.05 were considered significant.

Results

Percentage of over- and underweight cats as defined according to the data of Kienzle and Moik (2011) was 63.7 % and 10 %, respectively, with a similar ratio of overweight in both sexes (table 1). The median deviation from ideal BW was + 22.5 %. The owners' estimate of ideal BW differed considerably. According to their estimate only 26 % were overweight. On the other hand the percentage of underweight according to owners' estimate amounted to 14%. When defined according to Kienzle and Moik (2011) the percentage of underweight cats was 10 %. The mean ME intake of all adult cats amounted to 0.40 ± 0.14 MJ/kg actual $BW^{0.67}$ (n=80). When the data were evaluated according to normal, over- ($\geq +15\%$) and underweight ($\leq -15\%$) there was a significant effect, with normal weight cats eating 0.46 MJ/kg $BW^{0.67}$. Overweight cats ingested significantly less (table 2, figure 2), whereas underweight cats ingested even more (not significant). Based on $BW^{0.4}$ overweight cats ate 0.58 MJ. When data were expressed per kg actual $BW^{0.75}$ or BW, differences according to normal, over- or underweight were even more marked. When data were expressed per kg ideal BW according to the data of Kienzle and Moik (2011) or ideal metabolic BW ME intake was not different in under-, over- and normal weight cats ($p \geq 0.583$). There was no significant increase or decline of ME intake with age (Figure 1). The only intact male taking part in the study was overweight and had a below average energy intake of 0.30 MJ ME/ kg $BW^{0.67}$. One of the two intact female cats was underweight; the other was overweight. The underweight one had an above average ME intake of 0.55 MJ ME/kg $BW^{0.67}$; the overweight cat had a below average ME intake of 0.34 MJ ME/kg $BW^{0.67}$. There were no differences between neutered overweight female and neutered overweight male cats, not even numerically. The same was true for normal weight neutered males and females.

Numbers of purebred cats were too small to allow a comparison between breeds. There were not enough healthy normal weight cats and normal weight cats with the most common diseases to allow a comparison between healthy and sick normal weight cats. It was, however, possible to compare overweight cats with renal insufficiency, food allergy, urolithiasis and healthy overweight cats. There was no significant effect of either disease ($p = 0.742$, fig. 3).

Furthermore, type of feeding (prepared dry food, prepared moist food, mixed of both or homemade including BARF) had no significant influence on ME intake of pet cats neither in normal weight cats ($p=0.996$) nor in overweight cats ($p= 0.126$).

Only about 5 % of ME came from treats, which were mainly fed to normal weight and underweight cats.

Discussion

A retrospective study in client owned pets which were not presented at the institute has certain limitations. For instance, there is no body condition scoring by a veterinarian. It is well known that cat owners do not reliably recognize overweight (Becker et al. 2012, Colliard et al. 2009, Kienzle and Bergler 2006). As an alternative for the breeds a comparison of literature data was used (Kienzle and Moik 2011). The mean of the same sex and breed was compared with the weight of the individual cat. A 15 % deviation was considered as being overweight or underweight. This is in the same range as the coefficient of variation in the study of Kienzle and Moik (2011). Therefore it is quite unlikely that a seriously over- or underweight cat was categorized as normal or vice versa, whereas it is possible that a slightly over or underweight animal falls into the wrong group. 75 % of the overweight cats had more than 24 % deviation from the ideal weight according to Kienzle and Moik (2011), suggesting that the majority of overweight cats is grouped correctly. The actual BW of the cats was determined by the owners or in context with a veterinary treatment. The owners reported the BW in order to ensure an optimal diet calculation for their pets, a situation that motivates owners to give correct data, especially because the owners paid for this service. This motivation to give correct data is also true for nutrition history. The situation is different to standard veterinary practice because the advice is not pressed on the owners, and they present the nutrition history on their own initiative. Even if their vet recommended seeking nutrition advice it is still their own decision to do so and contact us. In addition, nutrition history is not asked to be given spontaneously. The majority of owners discussed the principles of nutrition history on the phone, then filled the questionnaire, and in many cases this was followed by another phone discussion. In addition, the questions on feeding were asked in different wordings and formulated in a manner to avoid social desirability effects. It was also checked for systematic differences between feeding types, because dry food is often left out for free choice. This might lead to an overestimate of intake, especially with dry food, which was not observed. Treats do not appear to play a comparable role in cats as in dogs. A simple

common sense explanation is that cats are not trained in the same way as dogs. According to Kienzle and Bergler (2006) giving favourite dishes to cats is more important to owners than giving just treats. During nutrition consultation data are checked for plausibility routinely. If there are implausible energy intakes owners are contacted and questioned again to avoid misunderstandings.

Energy expenditure for maintenance depends mainly on lean BW (Miller and Blyth 1953). Therefore overweight cats will have lower mean maintenance energy requirements than normal weight cats. If the discrimination between normal and overweight is correct, the difference between energy intake of normal and overweight cats is likely to be more marked than in case of a considerable number of overweight cats appearing in the normal weight group. In the present study the difference between overweight and normal weight cats' ME intake was considerably higher when the data of Kienzle and Moik (2011) were used to categorize cats as normal or overweight than when the owners' estimate was used. There were no differences in energy intake based on the presumed ideal weight according to Kienzle and Moik (2011). This suggests that the lean body mass of the cats was closely related to the ideal weight according to Kienzle and Moik (2011), and this was in agreement with the energy requirements of normal weight cats according to NRC (2006) and earlier sources. This finding is unlikely to be affected by either social desirability effects on the side of the owner or plausibility control effects on the side of the veterinarian obtaining the nutrition history.

The present study included data from cats with various chronic diseases. As far as data distribution allowed a comparison there was no significant effect of disease on energy intake. In addition the ME intake of the cats in the present study, which had chronic diseases was similar to their predicted requirements according to NRC (2006) or to Bermingham et al. (2010). A potential reason for the lack of differences between medical histories may be that the cats in the present study in majority had diseases without lactatacidosis and increased temperature like acute traumata, sepsis or tumours, which result in an increase of ME intake (NRC 2006). The results are in agreement with results from a similar study with 586 dogs, where chronic diseases did not have any effect on maintenance energy requirements unless associated with over- or underweight (Thes et al. 2014). Aging had only small, not significant effect on ME intake in the present study

(fig. 1), which is in agreement with the lack of a clear-cut age effect in cats (NRC 2006).

The results of the present study suggest that lean body mass is a major determinant of energy intake and presumably of energy requirements, which is in accordance with basic research from the last century (Miller and Blyth 1953). According to the present results the exponent used for calculation of metabolic body weight does not play a major role, as long as overweight is recognized in heavier cats. If this is not the case, however, then an exponent below 0.75 is preferable. The higher the percentage of overweight in the cats the lower the exponent needs to be to describe the energy requirements of the population. For the individual animal this does not work. The best way to come close to the requirements of the individual animal is to have a good estimate of the percentage of overweight. With 52 % of overweight cats in the pet cat population in Germany (Becker et al. 2012) owners and even veterinarians may get used to the appearance of overweight cats, and do not recognize moderate overweight any more. Therefore body condition scoring may not be the method of choice for this purpose. A comparison with a strict ideal weight table such as the study of Kienzle and Moik (2011) is preferable. Owners, however, tend to think that overweight cats are just larger not fatter. A more practical solution would be to give energy requirements for female cats and male cats using the ideal weight of medium size cats (females: 3.4kg; males: 4.3kg). This is possible because the majority of cats are medium weight breeds (74% European Shorthair according Becker 2008). For queens the energy requirements would then be 1.0 MJ/d and for tom cats 1.2 MJ/d. For very light and giant breeds some exceptions may be necessary.

References

- Becker, N., 2008: Erhebungen zur Fuetterung von Hunden und Katzen mit und ohne Verdacht auf eine Futtermittelallergie in Deutschland. *Doctoral thesis, Veterinary Faculty, Ludwig-Maximilians-University, Munich.*
- Becker, N.; Dillitzer, N.; Sauter-Louis, C.; Kienzle, E., 2012: Fuetterung von Hunden und Katzen in Deutschland. *Tierärztliche Praxis Kleintiere*, 6: 391-397.
- Bermingham, E.N.; Thomas, D.G.; Morris, P.J.; Hawthorne, A.J., 2010: Energy

requirements of adult cats; *British Journal of Nutrition* 103: 1083-1093.

Colliard, L.; Paragon, B.M.; Lemuet, B.; Bènet, J.J.; Blanchard, G., 2009: Prevalence and risk factors of obesity in an urban population of healthy cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery* 11: 135-140.

Edtstadtler-Pietsch, G., 2003: Untersuchungen zum Energiebedarf von Katzen. *Doctoral thesis. Veterinary Faculty, Ludwig-Maximilians-University, Munich.*

German, A.J., 2006: The growing problem of obesity in dogs and cats. *Journal of Nutrition* 136: 1940S–1946.

Hoenig, M.; Ferguson, D.C., 2002: Effect of neutering on hormonal concentrations and energy requirements in male and female cats. *American Journal of Veterinary Research*, Vol 63, No. 5: 634-639.

Kanchuk, M.L.; Backus, R.C.; Calvert, C.C.; Morris, J.G.; Rogers, Q.R., 2003: Weight Gain in Gonadectomized Normal and Lipoprotein Lipase–Deficient Male Domestic Cats Results from Increased Food Intake and Not Decreased Energy Expenditure. *Journal of Nutrition* Vol. 133 No. 6: 1866-1874.

Kienzle, E., Bergler, R., 2006: Human-animal relationship of owners of normal and overweight cats. *The Journal of Nutrition*, 136(7): 1947S-1950S.

Kienzle, E., Moik, K., 2011: A pilot study of the body weight of pure-bred client-owned adult cats. *British Journal of Nutrition*, 106(S1): S113-S115.

Laflamme, D.P.; Ballam, J.M., 2002: Effect of age on maintenance energy requirements of adult cats, *Compend Contin Edu Pract Vet* 24 (Suppl 9A): 82.

Martin, L., Siliart, B., Dumon, H., Backus, R., Biourge, V., Nguyen, P., 2001: Leptin, body fat content and energy expenditure in intact and gonadectomized adult cats: a preliminary study. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 85(7-8): 195-199.

Meyer, H.; Schmitt, P.J.; Heckoetter, E., 1981: Nährstoffgehalt und Verdaulichkeit von Futtermitteln fuer Hunde. *Uebersichten zur Tierernaehrung* 9: 71-104.

Miller, Jr., A.T.; Blyth, C.S., 1953: Lean Body Mass as a Metabolic Reference Standard. *Journal of Applied Physiology* Vol. 5 No. 7: 311-316

National Research Council NRC, 2006: Nutrient requirements of dogs and cats. Page 28-48. *National Academy Press*, Washington, DC.

Nguyen, P. G., Dumon, H. J., Siliart, B. S., Martin, L. J., Sergheraert, R., Biourge, V. C., 2004: Effects of dietary fat and energy on body weight and composition after gonadectomy in cats. *American journal of veterinary research* 65(12): 1708-1713.

Russell, K., Sabin, R., Holt, S., Bradley, R., Harper, E. J., 2000: Influence of feeding regimen on body condition in the cat. *Journal of Small Animal Practice* 41(1): 12-18.

Souci, S.W.; Fachmann, W.; Kraut, H., 2000: Die Zusammensetzung der Lebensmittel, Nährwerttabellen, 6.Auflage, *Medpharm Scientific publishers*, Stuttgart.

Taylor, E. J., Adams, C., Neville, R., 1995: Some nutritional aspects of ageing in dogs and cats. *Proceedings of the Nutrition Society* 54(3): 645-656.

Thes, M., Koeber, N., Fritz, J., Wendel, F., Dillitzer, N., Dobenecker, B., Kienzle, E., 2014: Metabolizable energy intake of client owned adult dogs. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition (in press)*.

Villaverde, C., Ramsey, J. J., Green, A. S., Asami, D. K., Yoo, S., Fascetti, A. J., 2008: Energy restriction results in a mass-adjusted decrease in energy expenditure in cats that is maintained after weight regain. *The Journal of nutrition* 138(5): 856-860.

Headings of figures

Figure 1: Age effect on ME intake of cats

Figure 2: Effect of overweight on ME intake of cats

Figure 3: Effect of diseases and deviation from ideal weight (according to Kienzle and Moik 2011) on ME intake of cats

Figures and Tables:

Table 1: Mean body weight of male and female cats¹⁾

| | data of Kienzle and Moik (2011) | data of present study | | |
|----------------------------|--|------------------------------|---------------------------|--|
| Breed | mean BW, kg (= ideal BW) | n' | BW, kg mean±SD | „ideal“ BW according owners' estimation, kg mean±SD |
| Male | | | | |
| Abyssinian | 4.1 | 1 | 3.2 | 3.8 |
| Persian | 4.1 | 1 | 7.1 | 6.0 |
| Russian Blue | 4.2 | 2 | 5.1±0.4 | 5.0±0.0 |
| Sacred Birman | 4.3 | 1 | 2.8 | 3.7 |
| European Shorthair* | 4.3 | 33 | 6.1±1.8 | 5.6±1.0 |
| British Shorthair | 5.1 | 3 | 6.0±2.0 | 5.6±1.8 |
| Maine Coon | 6.1 | 4 | 6.7±1.2 | 7.5±2.8 |
| Overall | 4.8 | 45 | 6.0±1.8 | 5.6±1.4 |
| Female | | | | |
| Siamese/Oriental Shorthair | 2.9 | 3 | 3.4±0.6 | 3.3±0.3 |
| Persian | 3.1 | 1 | 2.4 | 3.5 |
| European Shorthair* | 3.4 | 20 | 4.4±1.4 | 4.2±0.7 |
| Chartreux | 3.5 | 1 | 5.6 | 5.0 |
| British Shorthair | 3.6 | 1 | 2.8 | 3.0 |
| Norwegian Forest Cat | 3.9 | 1 | 4.5 | 4.8 |
| Selkirk Rex | 4.0 | 1 | 4.3 | 4.3 |
| Overall | 3.4 | 30 | 4.3±1.3 | 4.1±0.7 |

1) Includes both intact and neutered cats in ideal body condition

* Non pedigreed cats included

‘ Crosses between breeds excluded (n=5)

Table 2: Energy intake of all cats and of normal weight, overweight and underweight cats

(Mean \pm SD, for comparison with existing recommendation data are given per kg BW and with different exponents for metabolic BW, for practical use data are given also per kg of ideal BW)

| | all cats (n=80) | normal weight (n= 21) | overweight (n= 51) | underweight (n= 8) |
|-------------------------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| MJ ME/ ideal kg BW | 0.29 \pm 0.09 | 0.30 \pm 0.10 | 0.29 \pm 0.09 | 0.26 \pm 0.10 |
| MJ ME/ actual kg BW | 0.24 \pm 0.10 | 0.29 \pm 0.09 ^a | 0.20 \pm 0.07 ^b | 0.34 \pm 0.12 ^a |
| MJ ME/ actual kg BW ^{0.75} | 0.35 \pm 0.13 | 0.41 \pm 0.13 ^A | 0.31 \pm 0.10 ^B | 0.45 \pm 0.16 ^A |
| MJ ME/ actual kg BW ^{0.67} | 0.40 \pm 0.14 | 0.46 \pm 0.15 ^X | 0.36 \pm 0.12 ^Y | 0.49 \pm 0.18 ^X |
| MJ ME/ actual kg BW ^{0.4} | | | 0.58 \pm 0.19 | |

Means in the same row not sharing a superscript letter are significantly different (ANOVA, Holm-Sidak-Test, p<0.05)

Figure 1:

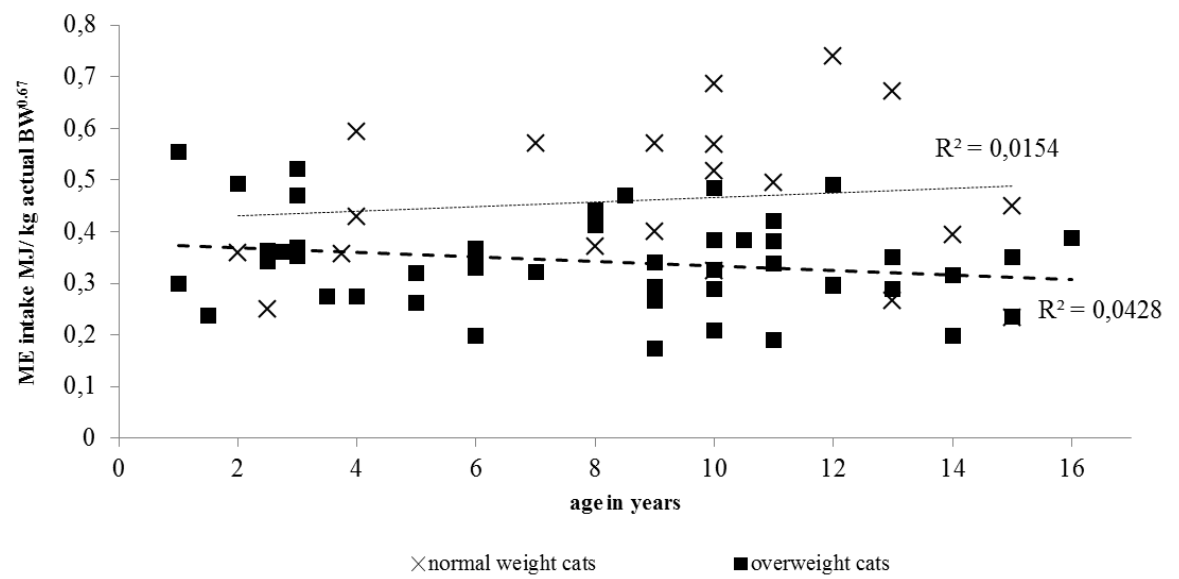


Figure 2:

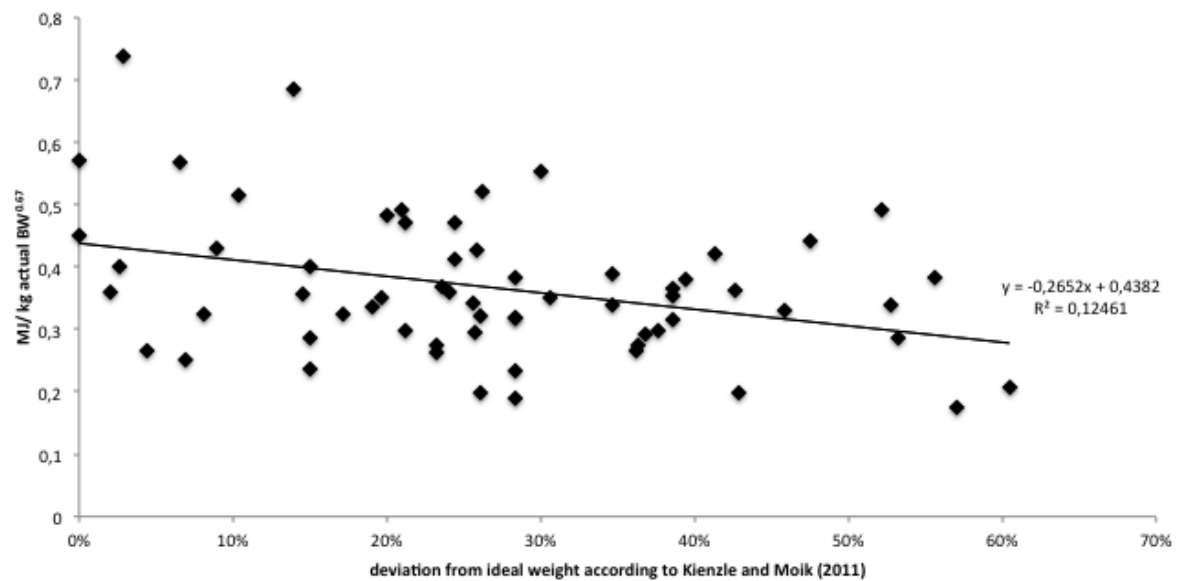
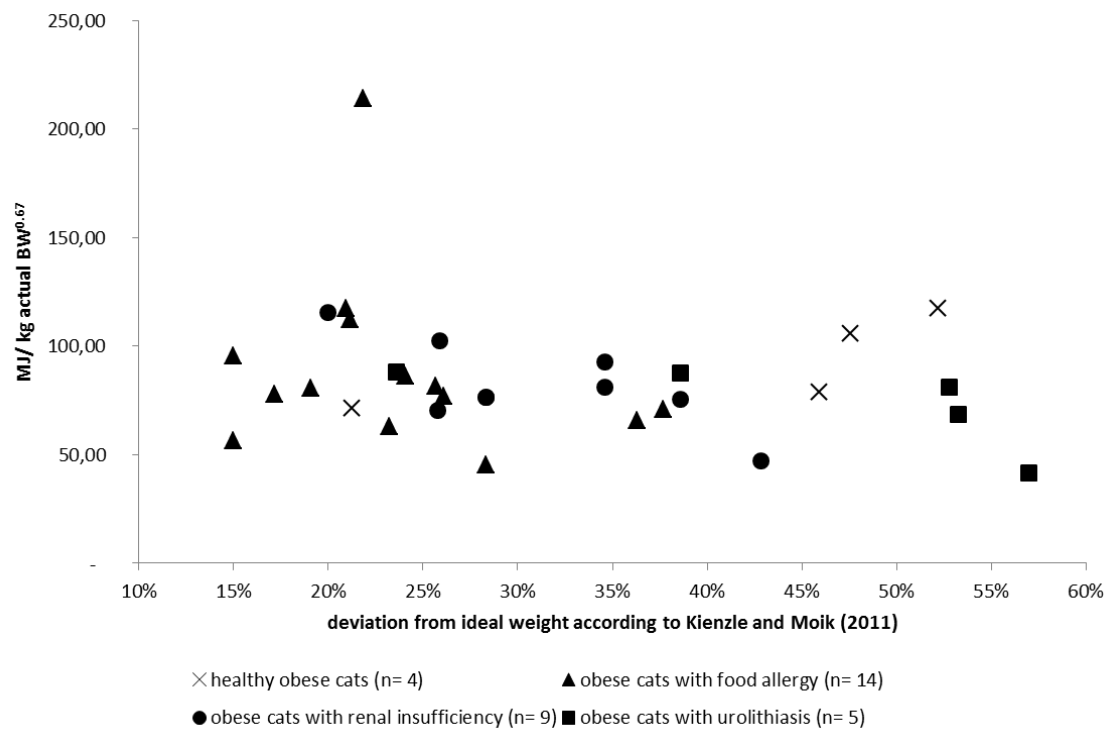


Figure 3:



V. DISKUSSION

1. Energiebedarf des Hundes im Erhaltungsstoffwechsel

1.1. Kritik an den Methoden

In der aktuellen Studie wurde mit Daten aus der Ernährungsberatung des Lehrstuhls für Tierernährung und Diätetik der Ludwig- Maximilians- Universität München gearbeitet, die auf einem standardisierten Fragebogen basierten. Diesen Fragebogen füllten die Hundebesitzer eigenständig aus. Dadurch bestand die Möglichkeiten zu Fehleinschätzungen bei den Gewichtsangaben zum Hund und zu dessen Futter.

Möglich wäre, dass das aktuelle Gewicht geschätzt und damit fehleingeschätzt wurde oder dass die letzte Gewichtsüberprüfung mit der Waage bereits nicht mehr mit dem aktuellen Gewicht des Hundes übereinstimmte. Dies ist aber nicht sehr wahrscheinlich, da ein hoher Prozentsatz der betroffenen Tiere kurz vor der Auftragserteilung zur Ernährungsberatung noch einmal beim Tierarzt zur Erstellung eines aktuellen Blutbildes oder zur Beratung aufgrund von Problemen bei der Fütterung vorgestellt wurde (Fressunlust, Verweigerung des Diätfutters). Denn 91% der Hunde in der aktuellen Studie wiesen eine Grunderkrankung auf. Diese Erkrankung war mehrheitlich die Basis für die Entscheidung zur Ernährungsberatung. Im Zuge der Allgemeinuntersuchung wurden die Hunde beim Tierarzt auf dessen Waage gewogen.

In vielen Studien (Mandernach 1996, Kienzle et al. 1998b, Becker 2008, Kienzle und Bergler 2006, Colliard et al. 2009) wurde bereits beschrieben, dass sowohl Hunde- als auch Katzenbesitzer das Idealgewicht ihrer Tiere häufig überschätzten. Mandernach (1996) wies nach, dass 90% der normalgewichtigen Hunde durch den Besitzer richtig eingeschätzt wurden, während 20% der übergewichtigen Hunde vom Besitzer noch als idealgewichtig angesehen wurden. Kienzle und Bergler (2006) stellten fest, dass Hundehalter das Übergewicht ihres Tieres noch besser wahrnehmen als Katzenbesitzer. Wogegen aus den Studien von Singh et al. (2002) und McGreevy et al. (2005) hervorgeht, dass Tierbesitzer grundsätzlich oftmals das Übergewicht ihres Tieres nicht erkennen. Auch Becker et al. (2012) arbeitete einen signifikanten Unterschied zwischen der BCS-Bestimmung des

Interviewers und der Einschätzung des Tierbesitzers heraus. So wurden normalgewichtige Tiere meist sehr gut eingeschätzt, wogegen übergewichtige Tiere signifikant häufiger von Tierbesitzern noch als normalgewichtig eingestuft wurden.

Um beurteilen zu können, ob die Hundebesitzer in der aktuellen Studie das Ideal-, bzw. Sollgewicht ihres Tieres richtig bewertet hatten, wurde diese Schätzung bei den reinrassigen Hunden mit dem vorgegebenen Sollgewicht nach dem Rassestandard (Krämer 2002) verglichen. Rassestandards sind zwar nicht geeignet um das Idealgewicht eines individuellen Tieres festzulegen, doch zur Beurteilung einer systematischen Fehleinschätzung des Idealgewichts durch die Hundebesitzer in einer Population ist es ein sinnvolles Werkzeug, insbesondere wenn eine BCS Bestimmung nicht zur Verfügung steht wie in dieser retrospektiven Studie. Die Auswertung ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen den Literaturdaten (mittleres Gewicht der Hunde: 23,0 kg) und den Angaben der Hundebesitzer (mittleres Idealgewicht nach Besitzer: 23,2 kg).

In einer vergleichbaren Studie von Dillitzer et al. 2011, die auf Fällen aus der privaten Ernährungsberatungspraxis von Frau Dr. Dillitzer und der Ernährungsberatungspraxis des Lehrstuhls für Tierernährung und Diätetik basierte, lagen Daten zum geschätzten Idealgewicht der Hunde durch den Besitzer, sowie Daten zum Gewicht der Hunde mit 1,5 Jahren vor. In diesem Alter sind die meisten Hunde zwar bereits vollständig ausgewachsen (außer Hunderassen mit einem Adultgewicht über 40 kg, diese Gewichtsklasse wurde ausgeschlossen von der Auswertung), die Wahrscheinlichkeit eines erheblichen Übergewichts ist aber eher gering. Daher war der Vergleich dieser Gewichtsangaben mit dem geschätzten Idealgewicht der Besitzer, sowie den Angaben nach den Rassestandards eine gute Möglichkeit, die Qualität unserer Daten zu überprüfen. Es wurde auch hier kein signifikanter Unterschied gefunden zwischen den Schätzungen zum Idealgewicht der Hunde laut Besitzer (23,6 kg), dem Gewicht dieser Hunde mit 1,5 Jahren (22,3 kg) und den Gewichtsangaben der Rassestandards (24,8 kg). Es konnte also davon ausgegangen werden, dass die Hundebesitzer, die an unserem Lehrstuhl eine Ernährungsberatung in Anspruch nahmen, im Gegensatz zur allgemeinen Bevölkerung das Idealgewicht ihrer Hunde im Mittel sehr gut beurteilen konnten. Dies kann unter anderem auf die Selektion des Klientels zurückgeführt werden. Bergler et al. (2007) stellte fest,

dass das Klientel in der Ernährungsberatungspraxis des Lehrstuhls für Tierernährung und Diätetik ein überdurchschnittliches Einkommen, eine überdurchschnittliche Bildung sowie ein hohes Interesse an Gesundheitsvorsorge aufwies.

Des Weiteren kann dieses zu anderen Studien differente Ergebnis damit zusammenhängen, dass 61% der Hundebesitzer in der aktuellen Studie für ihren Hund das Futter selbst zubereiteten. In einer Studie von Becker et al. (2012) gaben 58% der Hundebesitzer in einer deutschlandweiten Umfrage an, ausschließlich Fertigfutter zu füttern; 35% kombinierten Fertigfutter mit frischen Zutaten und nur knapp 8% fütterten eine selbstzubereitete Ration.

Mehrere Studien (Paxson 2005, de Graaf et al. 2010) haben gezeigt, dass Menschen, die sich für das Zubereiten ihrer Speisen Zeit nehmen, deutlich seltener übergewichtig sind als Menschen, die häufig zu Fast Food greifen. Ein bewusster Umgang mit dem Essen führt auch zu einem ausgeprägteren Bewusstsein für den Körper und die Gesundheit. Somit könnte diese Einstellung für Körper und Gesundheit auch eine mögliche Erklärung für die genaue Einschätzung des Idealgewichts der Hunde sein, sowie eine Begründung für den in der Studie sehr niedrigen Anteil an übergewichtigen Hunden im Vergleich zur übrigen Hundepopulation in Deutschland. Laut Becker et al. (2012) waren in ihrer Studie rund 52% der Hunde übergewichtig (BCS > 6), in der aktuellen Studie waren es gerade einmal 11% (> 10% Abweichung vom Idealgewicht laut Besitzer).

Neben den korrekten Gewichtsangaben zum Hund sind auch genaue und korrekte Angaben zu den Futtermengen und den gefütterten Snacks/ Kauartikeln und Belohnungen entscheidend für die Qualität der Ergebnisse. Es könnte das Risiko bestehen, dass die Hundebesitzer die Angaben zu den Leckerlis entweder vergaßen oder deren Mengen unterschätzten. Becker et al. (2012) stellte fest, dass die Besitzer erst bei einer zweiten präziseren Nachfrage nach Ergänzungen und Belohnungen genaue und vollständige Angaben lieferten. Dies wurde im Fragebogen der Ernährungsberatung des Lehrstuhls berücksichtigt. Hier wurde explizit nach notwendigen Belohnungen, Trainingssnacks, Nahrungsergänzungen für die Gelenke, etc. gefragt und die Frage auf zwei unterschiedliche Arten im Fragebogen wiederholt.

Hunde mit einer Futtermittelallergie erhalten nur ein sehr eingeschränktes Angebot an Futtermitteln. Es kann davon ausgegangen werden, dass eine unkontrollierte Futteraufnahme bei diesen Tieren von den Besitzern unterbunden wurde und dass die Angaben im Fragebogen korrekt waren. In der aktuellen Studie wurde geprüft, ob es einen statistisch signifikanten Unterschied zwischen der Energieaufnahme von Futtermittelallergikern und der Energieaufnahme der anderen Hunde gab. Bei Hundebesitzern von Futtermittelallergikern können sehr korrekte und vollständige Angaben zu den verwendeten Futtermitteln und Futtermengen im Fragebogen erwartet werden, da sie ihre Tiere sehr bewusst füttern und sich über jedes Futtermittel, dass sie ihren Tieren angeboten hatten, im Klaren waren. Ein Vergleich zwischen dieser Gruppe und der restlichen Hundepopulation dieser Studie ergab keinen signifikanten Unterschied in der Energieaufnahme. Es war somit unwahrscheinlich, dass in diesen Daten eine systematische Über- bzw. Unterschätzung der Energieaufnahme der Tiere vorlag.

Es lag kein Unterschied zwischen der Energieaufnahme der Hunde verschiedener Körpergrößen vor, Hunde kleiner Rassen unterschieden sich nicht in der Energieaufnahme pro $\text{kg W}^{0,75}$ von Hunden großer oder mittelgroßer Rassen. Die Futtermengenangaben von Besitzern kleiner Hunderassen waren somit nicht systematisch überschätzt, aber eine Ungenauigkeit ihrer Angaben durch die verwendeten Küchenwaagen kann nicht ausgeschlossen werden. Die Standardabweichung von der mittleren Energieaufnahme war bei den kleinen Hunderassen deutlich höher als bei den mittleren und großen Rassen. Ungenauigkeiten, die bei handelsüblichen Küchenwaagen bei Kleinstmengen auftreten können, würden bei dieser Hundegröße am meisten ins Gewicht fallen.

Grundlage für die Berechnungen der umsetzbaren Energie der Futtermittel und damit der Energieaufnahme der Tiere in unserer Studie waren Nährstofftabellen und die Schätzformel für Hundefertigfutter von Kienzle (1998a). Diese Formel wurde auf die Fertigfuttermittel, aber auch auf Einzelfuttermittel angewandt, so dass eine Über- oder Unterschätzung des Energiegehaltes der Einzelfuttermittel und somit der selbst zubereiteten Rationen möglich gewesen wäre. Es wäre denkbar, dass mit dieser Formel der Energiegehalt aufgrund des hohen Fettanteils im Fleisch, des hohen Stärkeanteils in Kohlenhydraten oder des hohen Rohfaseranteils in Gemüse über- oder unterschätzt wird. Um dies in der aktuellen Studie zu überprüfen, wurde die Energieaufnahme von Hunden, die Fertigfutter

erhielten, mit der Energieaufnahme von Hunden, die eine selbstzubereitete Ration erhielten, verglichen. Dabei wurde kein systematischer Unterschied gefunden, sodass eine generelle Über- oder Unterschätzung des ME-Energiegehalts in den Einzelfuttermitteln nicht zu befürchten war. Hunde, die fleischreiche Rationen wie die sogenannten BARF-Rationen (BARF= Bone and Raw Food) erhielten, hatten eine nahezu identische Energieaufnahme ($102 \pm 25 \text{ kcal/ kg W}^{0,75}$) wie Hunde, die Fertigfutter erhielten ($101 \pm 30 \text{ kcal/ kg W}^{0,75}$), eine Unterschätzung des Energiegehalts des Fetts im Fleisch war somit nicht gegeben. Dagegen zeigten Hunde, die eine vegetarische Fütterung bekamen ($n = 4$), eine überdurchschnittliche Energieaufnahme ($121 \pm 36,4 \text{ kcal/ kg W}^{0,75}$), so dass davon ausgegangen werden konnte, dass eine leichte Überschätzung des umsetzbaren Energiegehalts von Gemüse vorlag. Auch die kohlenhydratreicheren selbstzubereiteten Rationen wiesen einen leicht abweichenden Energiegehalt ($94 \pm 26 \text{ kcal/ kg W}^{0,75}$) im Vergleich zu den anderen auf. Dies deutete auf eine mögliche Unterschätzung der umsetzbaren Energie von gekochten Kohlenhydraten wie Reis, Nudeln, Kartoffeln hin. Eine systematische Fehleinschätzung des Energiegehalts in selbstzubereiteten Rationen war aber nicht nachzuweisen.

1.2. Besprechung der Ergebnisse

Der durchschnittliche Energiebedarf der untersuchten Hunde in dieser Studie stimmte überein mit den Empfehlungen der NRC (2006) für inaktive Hunde und bestätigte auch die Ergebnisse der bisherigen Studien zu den Haushunden (Burger 1994, Wichert et al. 1999, Connor et al. 2000, Patil and Bisby 2001, Scott et al. 2013). Dieses Ergebnis könnte auf eine geringe Spontanaktivität hinweisen, d.h. dass Haushunde im Vergleich zu Laborhunden deutlich weniger Anreiz und Gelegenheit zur Spontanaktivität erhielten, da sie einerseits von der Stimulation durch den Besitzer abhängig waren, von diesem vielleicht sogar abgehalten wurden und andererseits meist allein und nicht wie für Laborhunde typisch in Gruppenhaltung untergebracht waren.

Der Alterseffekt, wie er in vielen Arbeiten an Laborhunden nachweisbar war (Rainbird & Kienzle 1990, Finke 1991, Finke 1994, Taylor et al. 1995), war bei den untersuchten Haushunden in der aktuellen Studie nicht stark ausgeprägt. Auch dies könnte über eine geringere Spontanaktivität in jungen Jahren erklärt werden, so dass ein Altersunterschied im Energiebedarf durch die von Anfang an verringerte Spontanaktivität nivelliert wurde.

In der aktuellen Untersuchung konnte die Auswirkung des Geschlechts auf den energetischen Erhaltungsbedarf der Haushunde belegt werden. Intakte Rüden zeigten einen signifikant höheren energetischen Bedarf als unkastrierte und kastrierte Hündinnen, sowie kastrierte Rüden. Dagegen war kein Effekt der Kastration bei weiblichen Hunden auszumachen. Dies stimmt nicht mit den Daten von Jeusette et al. (2006) überein. Eine mögliche Erklärung könnte sein, dass die Hündinnen in der Studie von Jeusette et al. (2006) in der Gruppe gehalten wurden. Durchschnittlich hatten die Haushunde in unserer Studie einen deutlich niedrigeren Energiebedarf als die Hunde von Jeusette et al. (2006). Deren kastrierte Hündinnen benötigten zwar 30% weniger Futter zum Gewichtserhalt als vor der Kastration, doch ihr Energiebedarf lag immer noch deutlich über dem Energiebedarf der intakten Rüden in der aktuellen Studie. Die Erklärung für den Kastrationseffekt in der Studie von Jeusette et al. (2006) war eine Reduktion in der Aktivität. In der aktuellen Arbeit könnte sich der Kastrationseffekt aufgrund der bereits sehr niedrigen Spontanaktivität der kastrierten wie auch der intakten Hündinnen nivelliert haben.

Die aktuelle Studie stellte einen klaren Effekt von Über- und Untergewicht auf den Energiebedarf der Haushunde fest. Hunde mit einem Übergewicht über 10% hatten einen signifikant niedrigeren Energiebedarf als normalgewichtige und untergewichtige Hunde. Eine mögliche Erklärung dafür war der reduzierte Anteil der FFM an der Gesamtkörpermasse bei den übergewichtigen Hunden. Dies stimmt mit den Daten von Miller und Blyth (1953) überein, die zur Bestimmung des Grundumsatzes die fettfreie Körpermasse empfohlen hatten. Auch Nguyen et al. (2004), Villaverde et al. (2008) und Bermingham (2012) bestätigten, dass die FFM entscheidend für den Energieerhaltungsbedarf ist. Des Weiteren kann es einen Zusammenhang zwischen zu geringer Spontanaktivität und Übergewicht geben.

Eine Erkrankung hatte keine Auswirkung auf den Energiebedarf der Haushunde, Ausnahmen stellten die beiden Erkrankungen „Adipositas“ und „exokriner Pankreasinsuffizienz“ dar, die beide wahrscheinlich auf das Über- (+ 16% Abweichung vom Idealgewicht bei adipösen Patienten) und Untergewicht (- 20% Abweichung vom Idealgewicht bei Patienten mit exokriner Pankreasinsuffizienz) zurückzuführen sind.

Es ist möglich, dass der metabolische Effekt von verschiedenen Erkrankungen bei Hunden nicht so stark ausgeprägt ist wie beim Menschen (Schneeweiss et al. 1990) da sie z.B. eine geringere Anfälligkeit für die Ausbildung einer Laktatazidose aufweisen (Proscurshim et al. 1989). Bisher wurden vor allem immer nur Effekte der Erkrankung auf den Energiebedarf im Zusammenhang mit einem Hypermetabolismus aufgrund von Fieber und akuten Entzündungsprozessen beschrieben (Donoghue 1991). In der aktuellen Studie hatten die Hunde zwar zu 91% eine Grunderkrankung, doch handelte es sich dabei zumeist um chronische Geschehen. Fieber und akute Entzündungsprozesse und damit eine katabole Stoffwechsellaage lagen nicht vor. Des Weiteren ist es möglich, dass der Effekt des katabolen Stoffwechsels bei chronisch kranken Hunden durch die noch weiter reduzierte Spontanaktivität dieser Tiere aufgehoben wird und sie sich so kaum von gesunden Hunden unterscheiden. Dieser Gedanke wird unterstützt durch das Ergebnis, dass chronisch kranke alte Tiere einen höheren Energiebedarf aufwiesen als gesunde alte Tiere. Außerdem war der Durchschnitt der chronisch kranken Hunde, bis auf die oben genannten Ausnahmen, normalgewichtig. Sie wiesen die gleiche Energieaufnahme auf wie

die gesunden normalgewichtigen Hunde in dieser Studie und waren somit keineswegs in einer katabolen Stoffwechsellage.

In der aktuellen Studie wurde ein Rasseeffekt deutlich. Dackel, Lhasa Apso, Löwchen und Shih Tzu, Westhighland White Terrier, Border Collies, Kurzhaar und Langhaar Collies, Airedale Terrier, American Staffordshire Terrier, sowie Golden Retriever zeigten im Vergleich zu anderen Rassen einen signifikant niedrigeren Energiebedarf ($82 \text{ kcal ME/ kg W}^{0.75}$), während Parson Jack Russell Terrier, Dalmatiner, kleine Münsterländer und Magyar Vizsla, Bearded Collies, Afghanen, spanische Greyhounds, Sloughi, Deutscher Boxer, English Foxhound, Rhodesian Ridgeback und Flat Coated Retriever einen überdurchschnittlichen Energiebedarf aufwiesen ($113 \text{ kcal ME/ kg BW}^{0.75}$). Einerseits kann dieser Effekt über Temperamentsunterschiede und Unterschiede im Körperbau (weniger Fett) erklärt werden, andererseits ist es auch wahrscheinlich, dass der Lebensstil des Besitzers für die Wahl der Rasse ausschlaggebend war. Ein sportlich aktiver Mensch würde wohl eher eine als aktiv und lauffreudig geltende Rasse mit schlankem Körperbau wählen, als eine Rasse die als gemütlich und ruhig beschrieben wird und eher einen kompakten Körperbau besitzt.

Hunde aus der Privattierhaltung hatten nach den Ergebnissen dieser Studie somit einen reduzierten Energiebedarf, der mit $98 \text{ kcal/ kg W}^{0.75}$ den Empfehlungen der NRC (2006) für Hunde mit geringer Spontanaktivität entsprach. Es gab aber Unterschiede im Energiebedarf von verschiedenen Rassen, der verschiedenen Altersklassen und des Geschlechts, welche zu berücksichtigen sind. Eine Berechnung des Energiebedarfs bezogen auf das metabolische Idealgewicht ($\text{kg W}^{0.75}$) ist nach dieser Studie weiterhin zu empfehlen, da hier Effekte von Über- und Untergewicht auf den Energiebedarf mit berücksichtigt werden und eine Über- oder Unterschätzung des Bedarfes unterbunden wird.

2. Energiebedarf der Katze im Erhaltungsstoffwechsel

2.1. Kritik an den Methoden

Auch bei den Katzenbesitzern wären Fehleinschätzungen bei den Gewichtsangaben zur Katze und zu deren Futter möglich, da auch sie den standardisierten Fragebogen eigenständig ausfüllten.

Der Anteil an Katzen mit einer Grunderkrankung lag bei 94%. Regelmäßige Tierarztbesuche mit Kontrollen des aktuellen Gewichts sind bei dieser Katzenpopulation üblich, so dass auch hier von einer relativ genauen Angabe des aktuellen Körpergewichts ausgegangen werden konnte. Erhebliche Fehleinschätzungen traten allerdings hinsichtlich des Ernährungszustandes der Katzen auf. Um beurteilen zu können, ob die Katzenbesitzer in der aktuellen Studie das Ideal- bzw. Sollgewicht ihres Tieres richtig eingeschätzt hatten, wurde diese Schätzung bei den reinrassigen Katzen mit den Gewichtsangaben der Studie Kienzle und Moik (2011) verglichen. Dabei zeigte sich eine erhebliche Diskrepanz, wobei viel mehr Katzenbesitzer Tiere als normalgewichtig einstufte, die beim Vergleich ihres Gewichtes mit den Daten von Kienzle und Moik (2011) als deutlich übergewichtig anzusehen waren. 71% der Katzenbesitzer schätzten in dieser Studie ihre Katze als normalgewichtig ein und nur 18% der Katzen galten als übergewichtig. Wertete man die Daten nach Kienzle und Moik (2011) aus, so waren 64% der Katzen über- und nur noch 26% der Katzen normalgewichtig. Die Auswertung des Energiebedarfs nach Über- und Normalgewicht zeigte bei Unterstellung der Daten von Kienzle und Moik (2011) als korrekte Einschätzung einen sehr viel deutlicheren Unterschied als bei Auswertung nach den Schätzungen der Besitzer (Tabelle 1).

Tabelle 1: Effekt von Über- und Untergewicht auf den Erhaltungsenergiebedarf der Katze auf Basis der Idealgewichtsschätzung der Besitzer und auf Basis der Daten von Kienzle und Moik (2011)

| Gewichtsaufteilung | Aufteilung auf Basis der Schätzungen zum Idealgewicht nach den Besitzern (p = 0,368) | Aufteilung auf Basis der Daten von Kienzle und Moik (2011) (p < 0,001) |
|---------------------------|---|--|
| | Mittelwert ± Stabw, Energieaufnahme in kcal ME/ kg W ^{0,67} (n) | |
| Untergewicht | 102 ± 33 (9) | 117 ± 43 ^a (8) |
| Normalgewicht | 96 ± 35 (57) | 110 ± 36 ^a (21) |
| Übergewicht | 84 ± 27 (14) | 86 ± 29 ^b (51) |

Mittelwerte aus der gleichen Spalte, die nicht den gleichen hochgestellten Buchstaben aufweisen, sind signifikant unterschiedlich zueinander (ANOVA, Holm-Sidak-Test, p < 0,05).

Dies spricht dafür, dass die Differenzierung nach Kienzle und Moik (2011) das Vorhandensein von zusätzlichem Fettgewebe besser erfasst als die Einschätzung der Besitzer. Dies stimmt auch mit Befunden aus anderen Studien überein. Colliard et al. (2009) stellte fest, dass Katzenbesitzer den Body Condition Score bei Ihren Katzen falsch ansetzten und dieser von ihnen im Durchschnitt unterschätzt wurde. Auch Kienzle und Bergler (2006) und Becker et al. (2012) konnten dies in ihren Studien bestätigen. Diese Feststellung stimmt mit den Ergebnissen in der aktuellen Studie überein, daher wurde in dieser Studie zur Bestimmung des Idealgewichts anstelle der Einschätzung durch den Besitzer die Daten von Kienzle und Moik (2011) verwendet.

Beim Vergleich der Studien von Kienzle et al. (1998b) und Kienzle und Bergler (2006) fiel auf, dass Katzenbesitzer den Ernährungszustand ihrer Tiere deutlich schlechter einschätzen können als Hundebesitzer. Eine mögliche Erklärung, warum sich Katzenbesitzer von den Hundebesitzern in dieser Studie so stark unterschieden, könnte sein, dass die Katzenbesitzer mit ihrer Katze sehr viel seltener in den Vergleich mit anderen Katzen treten als Hundebesitzer, die allein durch das gemeinsame Auftreten in der Öffentlichkeit Kontakt zu anderen Hunden hatten und ein Vergleich zwischen den Hunden und damit ein höheres

Bewusstsein für den Gesundheitsstatus und die Körperzusammensetzung des eigenen Hundes möglich war. Auch hatten Katzen mit Übergewicht weniger offensichtliche Einbußen in der Atmung, dem Bewegungsablauf, der Aktivität wie Hunde (Kienzle und Bergler 2006), so dass das Krankheitsbild „Übergewicht“ den Katzenbesitzer auch deutlich seltener bewusst vor Augen geführt wurde wie den Hundebesitzern.

Außerdem verfütterten 64% der Katzenbesitzer in dieser Studie Fertigfutter oder eine Mischung aus Fertigfutter und ein wenig Fleisch, während 61% der Hundebesitzer selbstzubereitete Rationen verfütterten. Die Katzen wurden somit nicht so bewusst und aktiv gefüttert wie die Hunde, es wurde deutlich weniger Zeit in die Fütterung der Katzen investiert wie in die Fütterung der Hunde. Dies könnte somit auch eine Erklärung dafür sein, dass grundsätzlich ein anderes Bewusstsein für die Katze vorhanden war und die Katzenbesitzer im Vergleich zu den Hundebesitzern das Idealgewicht ihrer Katzen deutlich häufiger überschätzt hatten. Die Katzenpopulation der aktuellen Studie stimmt gut mit der Katzenpopulation in Deutschland überein, die laut Becker et al. (2012) mit Fertigfutter gefüttert wurde und in der 52% der Katzen übergewichtig waren ($BCS > 6$).

Für die Berechnung des Energiebedarfs der Katzen in dieser Studie war, neben einer genauen Gewichtsangabe zur Katze, auch die genaue Mengenangabe an verwendeten Futtermitteln entscheidend für die Qualität der Ergebnisse. Einerseits wäre hier eine systematische Fehleinschätzung der gefütterten und tatsächlich gefressenen Futtermengen möglich, des Weiteren musste eine gewisse Messungenauigkeit der Küchenwaagen berücksichtigt werden. Ersteres war bei Katzen im Vergleich zu Hunden sehr viel kritischer anzusehen, da hier auch gern eine ad libitum Fütterung praktiziert wird. Gerade bei Katzen, die Trockenfutter erhielten, hätte eine Überschätzung der tatsächlich gefressenen Futtermenge möglich sein können. Daher wurde in der aktuellen Studie überprüft, ob es einen signifikanten Unterschied zwischen der Energieaufnahme von Katzen mit überwiegender Trockenfutterfütterung und Katzen aus der Studie gab, die entweder Nassfutter oder eine selbstzubereitete Kost erhielten. Es wurde kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen festgestellt, so dass systematische Über- oder Unterschätzungen der tatsächlich gefressenen Futtermenge nicht wahrscheinlich sind. Ungenauigkeiten der von den Besitzern

verwendeten Küchenwaagen sind nicht auszuschließen. Da Katzen im Vergleich zu größeren Hunden weniger Futter aufnehmen, machen sich solche Ungenauigkeiten ähnlich stark bemerkbar wie bei kleinen Hunden. Die relativ hohe Streuung der Mittelwerte zeigt, dass dies auch in der vorliegenden Studie der Fall war. Ähnlich wie bei den Hunden sind systematische Falschangaben der Besitzer aufgrund sozialer Überlegungen weniger wahrscheinlich. Zum einen nahmen viele Besitzer gar nicht wahr, dass ihr Tier zu dick war, so dass sich daraus auch kein Grund für das Verschweigen von Snacks und ähnlichem ergab. Zum anderen lagen richtige Angaben im Eigeninteresse der Besitzer, die für eine Rationsüberprüfung ein Honorar bezahlten. Die Abfrage nach möglichen Futterbelohnungen enthielt genau wie bei den Hunden verschiedene Formulierungen um sicher zu gehen, dass auch alle Extras aufgezählt und nicht etwa nicht erwähnt werden, weil der Besitzer nicht versteht was gemeint ist.

Auch bei den Katzen wurde der Energiegehalt der Futtermittel mit Nährstofftabellen und der Schätzformel für Hundefertigfutter von Kienzle (1998a) berechnet. Bei der Einschätzung des ME-Energiegehalts anhand der Schätzgleichung für Hunde wäre eine Fehleinschätzung möglich. Allerdings gleichen sich die Speziesdifferenzen bei üblichen Rationen für Katzen i.d.R. aus. Die Berechnung der GE ist für beide Spezies gleich, schließlich handelt es sich ja um dieselben Futtermittel. Die Einschätzung der Verdaulichkeit der Energie erfolgt anhand der Rohfaser mittels linearer Regression. Dabei ist das absolute Glied beim Hund höher als bei der Katze, dafür ist aber der Regressionskoeffizient bei der Katze niedriger. Bei Rohfasergehalten zwischen 0 und 5 % wird die Verdaulichkeit der Energie für Katzenfutter durch die Hundeschätzformel um 0,5-3 % überschätzt. Bei der Berechnung der ME wird für Katzenfutter eine um ca. 30 % geringere Proteinkorrektur vorgenommen. Bei üblichen Protein- und Energiegehalten ist der Abzug um etwa 0,5-1 % der Energie geringer. Dies zeigt, dass sich die Speziesunterschiede weitgehend ausgleichen (Tabelle 2).

Tabelle 2: Vergleich der beiden Schätzgleichungen für Hunde-, bzw. Katzenfertigfutter nach Kienzle et al. (1998a) anhand von fünf Nass- und fünf Trockenalleinfuttermittelsorten für Katzen

| Sorte | ME Energiehalt in kcal/g Futter nach der Schätzgleichung für Hundefertigfutter | ME Energiehalt in kcal/g Futter nach der Schätzgleichung für Katzenfertigfutter |
|-------------------|---|--|
| Mittelwert | 2,45 | 2,45 |
| Nassfutter 1 | 0,79 | 0,79 |
| Nassfutter 2 | 0,83 | 0,84 |
| Nassfutter 3 | 1,03 | 1,03 |
| Nassfutter 4 | 0,89 | 0,88 |
| Nassfutter 5 | 0,95 | 0,95 |
| Trockenfutter 1 | 4,24 | 4,23 |
| Trockenfutter 2 | 4,25 | 4,22 |
| Trockenfutter 3 | 3,76 | 3,82 |
| Trockenfutter 4 | 3,76 | 3,76 |
| Trockenfutter 5 | 4,03 | 3,99 |

Für eventuelle Unterschiede in der Bewertung von hausgemachten Rationen und Fertigfutter gilt das beim Hund in V.1.1 gesagte.

2.2. Energiebedarf der Katze im Erhaltungsstoffwechsel

Der durchschnittliche Energiebedarf der Hauskatzen in der aktuellen Studie lag bei 96 kcal/ kg $W^{0,67}$. Dieses Ergebnis passte gut zu den Ergebnissen von Parkman et al. (2000). Normalgewichtige Hauskatzen aus der aktuellen Studie wiesen einen Energiebedarf von 110 kcal/ kg $W^{0,67}$ auf. Eine normalgewichtige 4 kg Katze benötigte demnach 276 kcal am Tag zum Gewichtserhalt und damit genauso viel wie die Katzen der Studie von Macdonald et al. (1984). Der niedrige durchschnittliche Energiebedarf der Katzenpopulation der aktuellen Studie kam möglicherweise dadurch zustande, dass 64% der Katzen übergewichtig waren. Das Durchschnittsgewicht in der aktuellen Studie lag bei 5,3 kg, im Durchschnitt lag die Abweichung vom Idealgewicht (nach den Daten von Kienzle und Moik

2011) bei + 22,5%. Übergewichtige Katzen hatten in dieser Studie einen Energiebedarf von 86 kcal/ kg $W^{0,67}$, untergewichtige Katzen dagegen hatten einen Energiebedarf von 117 kcal/ kg $W^{0,67}$. Bezieht man die Energieaufnahme auf das Idealgewicht auf Basis der Daten nach Kienzle und Moik (2011), so verschwindet dieser Gewichtseffekt. Einen sehr großen Einfluss auf den Energiebedarf der Katze schien somit der Anteil der fettfreien Masse an der Gesamtkörpermasse zu haben.

Wie bereits von den NRC (2006) festgestellt, war auch in dieser Studie kaum ein Einflussfaktor (Alter, das Geschlecht, Erkrankungen, Rasse, etc.) so stark ausgeprägt wie der Effekt von Unter- und Übergewicht auf den Energiebedarf der Katze.

Im Vergleich zu Laflamme et al. (2001), Taylor et al. (1995) und Hauschild (1993) wurde in dieser Studie nur ein sehr gering ausgeprägter Alterseffekt festgestellt. Doch ob es sich in den Studien immer um einen klaren Alterseffekt handelte, war nicht eindeutig ersichtlich, da der Energiebedarf der Katzen zwar im mittleren Alter sank, doch auch das Körpergewicht zunahm und damit der Anteil der Fettmasse an der Gesamtkörpermasse. Der zunehmende Energiebedarf im hohen Alter korrelierte nicht nur mit dem zunehmenden Alter, sondern auch mit einem deutlich niedrigeren Gewicht der Katzen im Vergleich zu den Katzen im mittleren Alter. Dies wird auch bestätigt durch die Ergebnisse von Bermingham et al. (2012), die keinen Alterseffekt mehr vorfinden konnte, sobald sie die Daten auf die FFM bezog.

Da nur drei von achtzig Katzen in der Studie intakt waren und der Rest kastriert, wurde ein Effekt der Katration auf den Energiebedarf nicht untersucht. Es war aber auch kein Geschlechtseffekt nachweisbar. Dies würde mit Daten von Nguyen et al. (2000) übereinstimmen. Dass Kienzle et al. (2006) einen Geschlechtseffekt fand, könnte damit erklärt werden, dass die männlichen Katzen möglicherweise etwas aktiver waren als die weiblichen, was durch die Gruppenhaltung verstärkt wurde. In dieser Studie hatten die Kätzinnen aber auch eine deutlich höhere Inzidenz für Übergewicht als die Kater, so dass ein möglicher Gewichtseffekt diesen Geschlechtseffekt ebenfalls erklären würde. Bei den Hauskatzen in der aktuellen Studie fand die Anregung zur Bewegung hauptsächlich über den Besitzer statt, selten über weitere Artgenossen, so dass sich bei sehr geringer spontaner Aktivität der Geschlechtseffekt nivelliert haben könnte. Der Anteil an

übergewichtigen Katern an allen Katern in der aktuellen Studie lag bei 67% und der Anteil an übergewichtigen Kätzinnen an allen Kätzinnen bei 58% und damit im Vergleich zur Studie von Kienzle et al. (2006) in etwa gleich.

Aufgrund der geringen Anzahl an Rassekatzen wurde in der aktuellen Studie kein Rasseneffekt nachgewiesen, 69% der Katzen waren Europäisch Kurzhaar Katzen.

Auch eine Erkrankung zeigte in dieser Studie keine Auswirkung auf den Energiebedarf. Donoghue (1991) und Watanabe et al. (1998) postulierten in ihren Studien, dass schwere Kopfverletzungen und Fieber zu einem Anstieg des Energiebedarfes der Katzen führte. In unserer Studie wiesen die Katzen, deren Daten uns vorlagen, chronische Erkrankungen auf, welche weder eine erhöhte Körpertemperatur noch eine Laktatazidose nach sich zog und damit auch kein erhöhter Energiebedarf aufgrund einer katabolen Stoffwechsellaage vorlag.

Der Energiebedarf von Hauskatzen im Erhaltungsstoffwechsel lag nach der aktuellen Studie bei $110 \text{ kcal/kg W}^{0,67}$ für eine normalgewichtige Katze und $86 \text{ kcal/kg W}^{0,67}$ für eine übergewichtige Katze. Da die Katzenbesitzer das Übergewicht ihrer Katze nicht wahrnahmen und das Idealgewicht nicht richtig einschätzen konnten, sollten die Empfehlungen für die tägliche Futtermenge auf der Verpackung des Fertigfutters abgeändert werden. Aktuell wird nach Normal- und Übergewicht unterschieden und die Futtermengen werden nach Gewichtsklassen getrennt angegeben. Doch aufgrund der Ergebnisse in dieser Studie sollte die Futtermenge nach männlich und weiblich differenziert werden und auf Basis einer idealgewichtigen Europäisch Kurzhaarkatze nach Kienzle und Moik (2011) angegeben werden. Eine Gewichtsangabe zur Orientierung für den Besitzer sollte entfallen, damit bereits übergewichtige Katzen nicht noch mehr zunehmen. Eine weibliche Hauskatze hat ein Idealgewicht von 3,0 – 3,5 kg und benötigt täglich zum Erhalt dieses Gewichts 230 – 250 kcal pro Tag. Eine männliche Hauskatze hat ein Idealgewicht von 4,0 – 4,5 kg und benötigt demnach täglich 280 – 300 kcal zum Gewichtserhalt. Ein übergewichtiger Kater mit 6kg würde dann ebenso 280 kcal pro Tag erhalten; dies entspricht dem Ergebnis in dieser Studie, bei dem die übergewichtigen Katzen zum Gewichtserhalt $86 \text{ kcal/kg}^{0,67}$ benötigten. Die übergewichtige Katze würde zwar unter Einhalten der Futtermengen nicht abnehmen, aber auch nicht zunehmen. Würde man weiterhin

Fütterungsempfehlungen differenziert nach Über- und Normalgewicht und nach Gewichtsklassen auf den Fertigfutterdeklarationen abdrucken, könnte eine Überfütterung der Katze durch Fehleinschätzung der eigentlichen Körperkondition der Katze stattfinden und die Katze würde stetig an Gewicht zunehmen. Dies wird durch die oben beschriebene Einteilung in männlich und weiblich ohne Gewichtsangaben unterbunden. Es sollten aber weiterhin klare Hinweise auf der Deklaration des Alleinfuttermittels angegeben werden, die auf individuelle Unterschiede (Rasse, Aktivität der Katze) eingehen.

3. Berechnung der Stoffwechselmasse als Grundlage für die Berechnung des Energiebedarfes von Hund und Katze im Erhaltungsstoffwechsel

Der Erhaltungsbedarf an Energie wird üblicherweise auf die Stoffwechselmasse bezogen, die konventionell mit dem Exponenten 0,75 aus der Körpermasse berechnet wird. Dieser Exponent geht auf Brody et al. (1934) zurück, der die Wärmeproduktion verschiedenster warmblütiger Spezies bezogen auf die Körpermasse verglich und bei einem Exponenten von 0,73 weitgehende Linearität feststellte. Kleiber (1961) rundete den Exponenten, der von Brody et al. (1934) vorgeschlagen wurde aus praktischen Gründen auf 0,75 auf. Seitdem stellt sich immer wieder die Frage, ob dieser Exponent auch innerhalb einer Spezies Gültigkeit hat. Für Hunde wurden bisher alternative Exponenten zwischen 0,67 und 0,88 (Heusner 1982, NRC 1985) vorgeschlagen. Rainbird und Kienzle (1990) vermuteten ein statisches Artefakt, da sich je nachdem wie die Hunderassen mit über- oder unterdurchschnittlichem Bedarf in den Gewichtsklassen der untersuchten Hundepopulation verteilt sind, ein höherer oder niedrigerer Exponent errechnet. In der eigenen Population bei den normalgewichtigen Hunden ergab sich ein Exponent von 0,78 zur Körpermasse. Ein systematischer Effekt zwischen großen und kleinen Rassen konnte bei Verwendung des Exponenten von 0,75 nicht festgestellt werden. Die eigenen Untersuchungen bestätigen demnach die Ansicht des NRC (2006), dass es bei Hunden keinen Grund gibt vom interspezifischen Exponenten (0,75) für die Berechnung der Stoffwechselmasse abzuweichen.

Bei den Katzen ist die Frage des intraspezifischen Exponenten von geringerer Bedeutung weil die Unterschiede in der Größe erheblich geringer sind als bei Hunden. Bisherige Berechnungen zur Ermittlung des intraspezifischen Exponenten für die Stoffwechselmasse anhand der Energieaufnahme in Katzenpopulationen ergaben regelmäßig sehr niedrige Exponenten um die 0,4 (NRC 2006). Allerdings handelte es sich häufig um Populationen mit übergewichtigen und normalgewichtigen Tieren verschiedenen Geschlechts. Es ergibt sich dann ein Effekt, der von der Zahl der übergewichtigen Tiere, der Höhe des Übergewichtes, der Geschlechterverteilung und der tatsächlich vorhandenen Größenunterschiede in der Population abhängt. Daher ergibt sich durch

Verwendung solcher Exponenten zur Berechnung der Stoffwechselmasse übergewichtiger Tiere nur dann ein korrekter Wert, wenn der Grad des Übergewichts bei dem Individuum für das der Energiebedarf berechnet werden soll, dem Durchschnitt der Population anhand welcher der Exponent berechnet wurde in etwa entspricht. In der eigenen Studie wurde wegen des Geschlechtsdimorphismus bei Katzen der Exponenten für die Stoffwechselmasse nach weiblich und männlich (überwiegende Zahl der Tiere kastriert) getrennt berechnet, um zu verhindern, dass übergewichtige weibliche Tiere gleich figurieren wie normalgewichtige männliche. Es ergab sich dann weder für weibliche noch für männliche Katzen eine Beziehung zwischen der Körpermasse und der Energieaufnahme. Dies bestätigt nochmals, dass für übergewichtige Katzen die Stoffwechselmasse am exaktesten über das Normalgewicht geschätzt werden kann. Aus der eigenen Studie lässt sich schon aufgrund der hohen Zahl der übergewichtigen Tiere kein Vorschlag für den Exponenten der Stoffwechselmasse bei normalgewichtigen Katzen herausarbeiten.

In einer neueren Studie von Bermingham et al. (2010) wurde ein Exponent von 0,711 für die Stoffwechselmasse bei Katzen in einer gemischten Katzenpopulation aus dem Schrifttum herausgearbeitet. Als Multiplikator zur Berechnung des Erhaltungsbedarfs bei Verwendung des Exponenten von 0,711 als Exponenten wurden in dieser Arbeit 77,6 kcal ME vorgeschlagen. Eine Schwäche dieser Meta-Analyse ist, dass bei Einteilung der Katzen in Gewichtsklassen nicht nach Geschlecht differenziert wurde, wohl auch, weil dies anhand der Beschreibungen der Tiere in den zugrunde liegenden Studien nicht immer möglich ist. So ist eine weibliche Katze mit 5 kg in aller Regel erheblich übergewichtig, ein Kater kann dagegen noch normalgewichtiger sein. Da übergewichtige Tiere in die Studie eingegangen sind, und zwar wohl nicht nur bei den als solche gekennzeichneten Katzen, sondern auch bei den als mittelschwer eingestuften Tieren, ist es nicht verwunderlich, dass ein insgesamt relativ niedriger Energiebedarf ermittelt wurde. Auffällig ist, dass für leichtere Katzen erheblich höhere Exponenten als 0,75, zum Teil sogar über 1 errechnet wurden, während sich für schwerere Katzen wie in anderen Studien auch deutlich niedrigere Exponenten für die Stoffwechselmasse ergaben. Dies spricht nicht für einen generell höheren intraspezifischen Exponenten bei Katzen, sondern eher für eine etwas ungewöhnliche Datenverteilung. Die bisherigen Studien einschließlich der eigenen geben keine

eindeutigen Hinweise auf den intraspezifischen Exponenten bei Katzen. Der von Heusner (1991) vorgeschlagene theoretische intraspezifische Exponent wurde vom NRC (2006) auch deshalb für die Katze verwendet, weil bei Katzen Übergewicht besonders häufig mit einer großen Statur verwechselt wird. Je kleiner der Exponent für die Stoffwechselmasse umso weniger gravierend wirkt sich eine solche Fehleinschätzung auf die Futterzuteilung aus. Derzeit gibt es keine Begründung für eine Änderung des Exponenten, ebenso wenig wie es eine eindeutige Bestätigung für den Exponenten zur Stoffwechselmasse von 0,67 gibt. Aus didaktischen Gründen z.B. zur Verbesserung der Vergleichbarkeit zwischen den Spezies kann eine Rückkehr zum Exponenten von 0,75 durchaus in Betracht gezogen werden.

VI. ZUSAMMENFASSUNG

In dieser retrospektiven Studie über den energetischen Erhaltungsbedarf von Hund und Katze aus der Privattierhaltung wurden Daten aus der Ernährungsberatung des Lehrstuhls für Tierernährung und Diätetik in Oberschleißheim aus den Jahren 2007 bis 2011 ausgewertet, um feststellen zu können, ob die Ergebnisse von den aktuellen Empfehlungen zum Energieerhaltungsbedarf von Hund und Katze (NRC 2006) abweichen. Zur Rationsberechnung wurden ein standardisierter Fragebogen und die Software Dietcheck Munich® verwendet. Die umsetzbare Energie der Futtermittel wurde nach NRC (2006) geschätzt.

Energiebedarf des Hundes im Erhaltungsstoffwechsel

Es lagen für die Studie Daten von 586 ausgewachsenen Hunden (medianes Alter 5,5 Jahre, mediane Abweichung vom Idealgewicht 0,0 %, 58 % kastriert) zur Verfügung, es handelte sich ausschließlich um Tiere im Erhaltungsstoffwechsel. 9% der Hunde waren vollkommen gesund, die anderen wiesen verschiedene chronische Erkrankungen auf.

Es wurde untersucht, welche Faktoren den Energiebedarf bezogen auf das metabolische Körpergewicht beeinflussen könnten. Dabei wurde die Abweichung vom Idealgewicht, die Rasse und die Größe des Hundes, das Alter, das Geschlecht und der Kastrationsstatus, chronische Erkrankungen und die Art der Fütterung (Fertigfutter, selbstzubereitete Ration) im Bezug zur Energieaufnahme der Hunde pro $\text{kg W}^{0,75}$ gesetzt. Eine Abweichung vom Idealgewicht von mehr als 10 % bei den Hunden galt als Unter-, bzw. Übergewicht.

Die mittlere Energieaufnahme der Hunde lag bei $98 \pm 29 \text{ kcal/ kg W}^{0,75}$. Weder die Körpergröße noch chronische Erkrankungen zeigten einen Einfluss auf den Energieerhaltungsbedarf der Hunde. Auch die Art der Fütterung hatte keine Auswirkung auf den Energiebedarf.

Die Einschätzung des Idealgewichts durch die Tierbesitzer stimmte gut mit dem Rassestandard nach Krämer (2002) überein. Es waren nur 11 % der Hunde übergewichtig, 9 % waren untergewichtig und 80 % der Hunde normalgewichtig. Es wurde ein signifikanter Unterschied zwischen der Energieaufnahme

übergewichtiger, untergewichtiger und normalgewichtiger Hunde festgestellt (Tabelle 3).

Tabelle 3: Effekt von Über- und Untergewicht auf den Energieerhaltungsbedarf des Hundes

| Gewichtsgruppe | N | medianes Alter in Jahren | mediane prozentuale Abweichung vom Idealgewicht (Angabe des Besitzers) | ME-Energiebedarf kcal/ kg W^{0,75} Mittelwert ± SD |
|-----------------------|----------|---------------------------------|---|---|
| Übergewicht | 62 | 7 | 15,2 | 86 ± 29 ^a |
| Normalgewicht | 478 | 5 | 0 | 98 ± 28 ^b |
| Untergewicht | 46 | 5,5 | -14,5 | 119 ± 38 ^c |

Mittelwerte aus der gleichen Spalte, die nicht den gleichen hochgestellten Buchstaben aufweisen, sind signifikant unterschiedlich zueinander (ANOVA, Holm-Sidak-Test, $p < 0,05$)

Hunde in einem Alter von mehr als sieben Jahren ($n = 149$) hatten eine Energieaufnahme, die mit 93 kcal/ kg W^{0,75} niedriger lag als die Energieaufnahme jüngerer Hunde in einem Alter von weniger als sieben Jahren ($n = 313$, 100 kcal/ kg W^{0,75}). Intakte Rüden wiesen im Vergleich zu den anderen Hunden einen überdurchschnittlichen Energiebedarf auf ($p < 0,001$).

Es lag ein Unterschied in der Energieaufnahme bestimmter Hunderassen vor. So zeigten Jack Russel Terrier, Dalmatiner, kleine Münsterländer und der Magyar Vizsla, sowie der Bearded Collie, Windhunde, der Deutsche Boxer, der Englische Foxhound, der Rhodesian Ridgeback sowie der Flat Coated Retriever einen überdurchschnittlich hohen Energiebedarf, die mittlere Energieaufnahme dieser Rassen lag bei 113 kcal/ kg W^{0,75}. Dackel, sowie Schoßhunde, der Westhighland White Terrier, alle Collie Rassen außer der Bearded Collie, der Airedale Terrier und American Staffordshire Terrier, und auch der Golden Retriever wiesen dagegen eine unterdurchschnittliche mittlere Energieaufnahme von 82 kcal/ kg W^{0,75} auf. Dies muss nicht unbedingt auf einen tatsächlichen Rasseeffekt hinweisen, sondern kann auch den Lebensstil der Besitzer, die diese Rassen bevorzugen, reflektieren.

Der mittlere Energieerhaltungsbedarf von Haushunden ist vergleichbar mit dem

Energiebedarf von Laborhunden, die eine geringe spontane Aktivität aufweisen, sowie alten Laborhunden. Dieses Ergebnis lässt vermuten, dass die Möglichkeit und der Anreiz zur Bewegung bei Haushunden, die mit dem Menschen in einem Haushalt leben, niedriger ist als bei Laborhunden. Eine reduzierte Aktivität könnte auch einen nivellierenden Effekt auf mögliche Faktoren wie Alter, Grunderkrankung oder Rasse haben, die in dieser Studie den Energieerhaltungsbedarf der Hunde weniger stark beeinflussten als zu Studienbeginn erwartet.

Energiebedarf der Katze im Erhaltungsstoffwechsel

In dieser Studie wurden die Daten von 80 ausgewachsenen Katzen im Erhaltungsstoffwechsel (medianes Alter 9,0 Jahre, mediane Abweichung vom Idealgewicht: + 22.5 %, die meisten kastriert) ausgewertet. 6 % der Katzen waren vollkommen gesund, die anderen wiesen verschiedene chronische Erkrankungen auf.

Es wurde dabei die Abweichung vom Idealgewicht, das Alter, das Geschlecht, chronische Erkrankungen und die Art der Fütterung (Fertigfutter, selbstzubereitete Ration) auf die Energieaufnahme pro $\text{kg W}^{0,67}$ bezogen. Über- und Untergewicht wurde definiert bei einer Abweichung vom Idealgewicht von mehr als 15 %. Die Angabe des Idealgewichts laut Besitzer wurde mit den Daten aus der Studie von Kienzle und Moik (2011) verglichen. Im Gegensatz zu den Hundebesitzern überschätzten die Katzenbesitzer das Idealgewicht ihres Tieres deutlich. Auf Basis der Daten von Kienzle und Moik (2011) waren 26,3% der Katzen normalgewichtig und 63,7% übergewichtig, während nach Schätzung der Besitzer nur 26% übergewichtig waren. Daher wurde zur weiteren Beurteilung das Idealgewicht der Katzen nach Kienzle und Moik (2011) festgelegt.

Die mittlere Energieaufnahme der Katzen lag bei $96 \pm 33 \text{ kcal/ kg W}^{0,67}$. Bei den Katzen konnte kein signifikanter Unterschied zwischen der Energieaufnahme kranker und gesunder Katzen festgestellt werden. Des Weiteren hatte das Alter, das Geschlecht oder die Art der Fütterung keinen Einfluss auf die Energieaufnahme der Katzen.

Übergewichtige Katzen fraßen nach der aktuellen Studie signifikant weniger als normal- oder untergewichtige Katzen (Tabelle 4).

Tabelle 4: Effekt von Über- und Untergewicht auf den Energieerhaltungsbedarf der Katze

| | Normalgewicht | Übergewicht | Untergewicht |
|---|----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| kcal ME/ kg W^{0.67} (n) | 110 ± 36 ^X (21) | 86 ± 29 ^Y (51) | 117 ± 43 ^X (8) |

Mittelwerte aus der gleichen Zeile, die nicht den gleichen hochgestellten Buchstaben aufweisen, sind signifikant unterschiedlich zueinander (ANOVA, Holm-Sidak-Test, $p < 0,05$).

Der Energieerhaltungsbedarf einer normalgewichtigen Katze entspricht den aktuellen Empfehlungen (NRC 2006), vorausgesetzt das Idealgewicht wird auf Basis der Daten von Kienzle und Moik (2011) festgelegt.

VII. SUMMARY

A post hoc analysis of the metabolizable energy (ME) intake of privately owned pet dogs and cats from the nutrition consultation practice of the chair of animal nutrition and dietetics in Oberschleissheim (years 2007-2011) was carried out to identify if current ME recommendations are suitable for pet dogs and cats. For ration calculation a standardized questionnaire and the software diet-check MunichTM was used. ME was predicted according to NRC (2006).

ME requirements of client owned pet dogs

Data on 586 adult dogs (median age 5.5, median deviation from ideal weight 0.0) at maintenance were available. 9% of the dogs were healthy and the others had various chronic diseases. Data were evaluated for the factors deviation from ideal weight, breed and size, age, gender, disease and type of feeding. Over- or underweight were defined as $\geq 10\%$ deviation from ideal body weight. Dog owner's estimation of ideal W was checked against the breed standard, with a general agreement of breed standards and ideal weight given by owners.

The mean ME intake of all adult dogs amounted to 98 ± 29 kcal/kg metabolic body weight ($W^{0.75}$) (n=586). There was no effect of breed size and disease on dog's ME intake. But we could found a significant difference between the ME intake of overweight, normal weight and underweight dogs (table 5).

Table 5: Effect of over- and underweight on ME intake of dogs

| Weight | N | Median age (years) | Median deviation from ideal weight (%) | ME intake kcal/ actual kg $W^{0.75}$ Mean \pm SD |
|----------------------|----------|---------------------------|---|---|
| overweight | 62 | 7 | 15.2 | 86 ± 29^a |
| normal weight | 478 | 5 | 0 | 98 ± 28^b |
| underweight | 46 | 5.5 | -14.5 | 119 ± 38^c |

Means in the same column not sharing a superscript letter are significantly different (ANOVA, Holm-Sidak-Test, $p < 0.05$)

Older dogs (>7 years, n= 149, 93 kcal/ kg $W^{0.75}$) had a lower ME intake than younger ones (n= 313, 100 kcal/ kg $W^{0.75}$) and intact males had a higher ME intake than the others ($p < 0.001$). Some breeds were above average: Jack Russell Terrier, Dalmatian, small Munsterlander and Magyar Vizsla, Bearded Collies, Slight Hounds, German Boxers, English foxhounds, Rhodesian Ridgebacks and Flat Coated Retrievers with a mean ME intake of 113 kcal/ kg $W^{0.75}$. The following breeds were below average: Dachshunds, Bichons, Westhighland White Terrier, Collies except Bearded Collies, Airedale Terriers, American Staffordshire terriers and Golden Retrievers with a mean ME intake of 82 kcal/ kg $W^{0.75}$. This may not be a real breed difference but rather reflect the life style of owners preferring these breeds.

The mean maintenance energy requirements of pet dogs are similar to that of kennel dogs who were old or do not exercise very much. These results suggest that opportunity and stimulus to exercise provided for pet dogs are lower than for kennel dogs. Reduced activity in pet dogs may level out part of potential effects of breed, medical history and age groups.

ME requirements of client owned pet cats

Data on 80 adult cats (median age: 9.0 years, median deviation from ideal weight: + 22.5%, majority neutered) at maintenance were available. 6% of the cats were healthy and the others had various chronic diseases. Data of the cats were evaluated for the factors deviation from ideal weight, age, gender, disease and type of feeding. Over- or underweight were defined as ≥ 15 % deviation from ideal body weight (W). Cat owner's estimation of ideal W was higher than literature data (Kienzle and Moik 2011). Based on literature data 26.3 % of the pet cats were normal weight, 63.7 % overweight and 10 % underweight.

The overall ME intake of all adult cats amounted to 96 ± 33 kcal/kg actual $W^{0.67}$ (n=80). There was no effect of disease, age, gender and type of feeding on cat's ME intake. We could found a significant difference between the ME intake of overweight, normal weight and underweight dogs and cats.

Overweight cats ate considerably less than normal weight and underweight cats (table 6).

Table 6: Effect of over- and underweight on ME intake of cats

| | normal weight | overweight | underweight |
|---|----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| kcal ME/ kg W^{0.67} (n) | 110 ± 36 ^X (21) | 86 ± 29 ^Y (51) | 117 ± 43 ^X (8) |

Means in the same column not sharing a superscript letter are significantly different (ANOVA, Holm-Sidak-Test, $p < 0.05$).

Maintenance energy requirements of normal weight pet cats are similar to recommendations (NRC 2006) when ideal weight of cats is based on data from Kienzle and Moik (2011).

VIII. LITERATURVERZEICHNIS

Abrams J.T. 1962. The feeding of dogs. Edinburgh: W. Green and Sons.

Allison J.B.; Miller S.A., McCoy J.R. und Brush M.K. 1956. Studies on the nutrition of the cat. N. Am. Vet. 37, 38-43.

Arnold A. and Elvehjem C.A. 1939. Nutritional requirements of dogs. J.Am.Vet.Med.Assoc. 95: 187-194.

Aub J.C., Foremann J. und Bright E.E. 1922. The effect of adrenalectomy upon the total metabolism of the cat. Am.J. Physiol. 61: 326-348.

Becker N. 2008. Erhebungen zur Fütterung von Hunden und Katzen mit und ohne Verdacht auf eine Futtermittelallergie in Deutschland, Doktorarbeit am Lehrstuhl für Tierernährung und Diätetik, LMU München.

Becker, N., Dillitzer, N., Sauter-Louis, C., & Kienzle, E. 2012. Fütterung von Hunden und Katzen in Deutschland. Tierärztliche Praxis Kleintiere, Nr. 6.

Benedict F.G. 1938. Vital energetics. A study in comparative basal metabolism. Carnegie Inst. Wash., Pub. no. 513: 215-223.

Bergler R., Zorn N., Kienzle E., 2007. Experiences and interactions with pet owners in our small animal nutrition consultation practice. Poster Presentation in 11rd Conference of the European Society of Veterinary and Comparative Nutrition (ESVCN), Leipzig.

Bermingham E.N., Thomas D.G., Morris P.J., Hawthorne A.J., 2010. Energy requirements of adult cats. *British Journal of Nutrition* 103: 1083-1093

Bermingham E. N., Weidgraaf K., Hekman M., Roy N. C., Tavendale M. H., Thomas D. G. 2012. Seasonal and age effects on energy requirements in domestic shorthair cats (*Felis catus*) in a temperate environment. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 97(3).

Brody S., Proctor R.C. und Ashworth U.S., 1934. Growth and development with special reference to domestic animals. XXXIV. Basal metabolism, endogenous nitrogen, creatinine and neutral sulphur excretions as functions of body weight. *Univ. Mo. Agric. Exp. Stn. Res. Bul.*220. Columbia, University of Missouri

Burger, I.H., 1994: Energy Needs of Companion Animals: Matching Food Intakes to Requirements Throughout the Life Cycle. *Journal of Nutrition* 124: 2584S-2593S

Carpenter T.M. 1944. The effects of sugars on the respiratory exchange of cats. *J. Nutr.* 28: 315-323

Colliard, L.; Paragon, B.M.; Lemuet, B.; Bènet, J.J.; Blanchard, G., 2009: Prevalence and risk factors of obesity in an urban population of healthy cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery* 11: 135-140.

Connor M., Labato M.A., Laflamme D.P. 2000. Variation in maintenance energy requirements of pet dogs. *Purina Nutrition Forum Proceedings Supplement to Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian* 23 (9A):84.

Corbee R. J. 2012. Obesity in show dogs. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 97: 904-910.

Cowgill G.R. 1928. The energy factor in the relation to food intake: Experiments on the dog. *Am.J.Physiol.* 85: 45-64.

de Graaf, Cees, Frans J. Kok. 2010. Slow food, fast food and the control of food intake. *Nature Reviews Endocrinology* 6.5: 290-293.

Dillitzer, N.; Becker, N.; Kienzle, E., 2011: Intake of minerals, trace elements and vitamins in bone and raw food rations in adult dogs. *British Journal of Nutrition* 106: S53-S56.

Donoghue, S. 1991. A quantitative summary of nutrition support services in a veterinary teaching hospital. *The Cornell veterinarian*, 81(2), 109-128.

Earle K.E. und Smith P.M. 1991. Digestible energy requirements of adult cats at maintenance. *J. Nutr.* 121: S45-S46.

Edtstadtler-Pietsch G. 2003: Untersuchungen zum Energiebedarf von Katzen. Doktorarbeit am Lehrstuhl für Tierernährung und Diätetik, LMU München.

European Pet Food Industry Federation F.E.D.I.A.F., 2013. Nutritional Guidelines for Complete and Complementary Pet Food for Cats and Dogs. 44-52.

Finke, M.D., 1991: Evaluation of the energy requirements of adult kennel dogs. *Journal of Nutrition* 121: S22-S28.

Finke, M.D., 1994: Energy requirements of adult female beagles. *Journal of Nutrition* 124: 2604S-2608S.

Flynn M.F., Hardie E.M. u. Armstrong P.J. 1996. Effect of ovariectomy on maintenance energy requirement in cats. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 209: 1572-1581.

German A.J., 2006. The growing problem of obesity in dogs and cats. *Journal of Nutrition* 136: 1940S–1946.

German A.J., Holden S.L., Bissot T. Hackett R.M., Biourge V., 2007. Dietary Energy Restriction and Successful Weight Loss in Obese Client-Owned Dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 21: 1174–1180.

Gisler D.B. und Ewing D.E. 1964. A free access dry ration for cats. *Lab. Anim. Care*, 14: 91-94.

Gossellin J., Wren J. A., Sunderland S. J., 2007. Canine obesity – an overview. *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics* 30: 1–10.

Greaves J.P. und Scott P.P. 1960. Nutrition of the cat. 3. Protein requirements for nitrogen equilibrium in adult cats maintained on a mixed diet. *Br. J. Nutr.* 14: 361-369.

Haldane J. 1892. A new form of apparatus for measuring respiratory exchange of animals. *J. Physiol.* 13: 419-430.

Hauschild C. 1993. Energetische Untersuchungen zum Erhaltungsbedarf von adulten Katzen. Dissertation Freie Universität Berlin.

Heusner A.A. 1982. Energy metabolism and body size. Is the 0.75 mass exponent of Kleiber's equation a statistical artefact?. *Resp. Physiol.* 48: 13- 25.

Heusner A.A. 1991. Body mass, maintenance and basal metabolism in dogs. *J.Nutr.* 121: 8-17.

Hill R. C., Bloomberg M. S., Legrand-Defretin V., Burger I. H., Hillock S. M., Sundstrom D. A., Jones G. L., 2000. Maintenance energy requirements and the effect of diet on performance of racing Greyhounds. *American journal of veterinary research*, 61(12): 1566-1573.

Hoenig M., Ferguson D.C., 2002: Effect of neutering on hormonal concentrations and energy requirements in male and female cats. *AJVR*, Vol 63, No. 5: 634-639.

Jeremias J.T., Takeara P., Brunetto M.A., Labres R.V., Kawauchi I.M., de Souza D.F., Pontieri C.F.F., 2013: Evaluation of the weight-loss rate and body composition in intact and neutered owned obese dogs. *Proceedings of Waltham International Nutritional Science Symposium*: 103.

Jeusette I., Daminet S., Nguyen P., Shibata H., Saito M., Honjoh T., Istasse L., Diez, M., 2006. Effect of ovariectomy and ad libitum feeding on body composition, thyroid status, ghrelin and leptin plasma concentrations in female dogs. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 90(1- 2): 12-18.

Jeusette I., Detilleux J., Cuvelier C., Istasse L., Diez M., 2004. Ad libitum feeding following ovariectomy in female Beagle dogs: effect on maintenance energy requirement and on blood metabolites concentrations in female dogs. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 88: 117–121.

Kanchuk M.L., Backus R.C., Calvert C.C., Morris J.G., Rogers Q.R., 2003. Weight Gain in Gonadectomized Normal and Lipoprotein Lipase–Deficient Male Domestic Cats Results from Increased Food Intake and Not Decreased Energy Expenditure. *J. Nutr.* June 1, 2003 vol. 133 no. 6: 1866-1874.

Kendall P.T., Blaza S.E. und Smith P.M., 1983. Comparative digestible energy requirements of adult beagles and domestic cats for body weight maintenance. *J. Nutr.* 113: 1946-1955.

Kendall P.T., Burger I.H. und Smith P.M. 1985. Methods of estimation of the ME content of cat foods. *Fel. Pract.* 15: 38-44.

Kienzle E., Opitz B., Earle K.E., Smith P.M., Maskell I.E., Iben C., 1998a. The development of an improved method of predicting the energy content in prepared dog and cat food. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 79: 69-79.

Kienzle E., Bergler R., Mandernach A., 1998b. A Comparison of the Feeding Behavior and the Human–Animal Relationship in Owners of Normal and Obese Dogs. *Journal of Nutrition* 128: 2779S–2782S.

Kienzle E., Bergler R. 2006. Human-animal relationship of owners of normal and overweight cats. *The Journal of Nutrition*, 136(7): 1947S-1950S.

Kienzle E., Edtstadtler-Pietsch G., und Rudnick R., 2006. Retrospective study on the energy requirements of adult colony cats. *The Journal of nutrition*, 136(7): 1973S-1975S.

Kienzle E., Moik K. 2011. A pilot study of the body weight of pure-bred client-owned adult cats. *British Journal of Nutrition*, 106(S1): S113-S115.

Kirkwood, J. K. 1985. The influence of size on the biology of the dog. *Journal of Small Animal Practice*, 26(2), 97-110.

Kleiber M. 1961. *The fire of life*. Verlag John Wiley & Sons, Inc., New York, London

Kleiber M. 1975. *The fire of life: an introduction to animal energetics* Malabar, Florida: Krieger, R.E. Publishing Company.

Kraemer E. M., 2002. *Der neue Kosmos-Hundefuehrer*. Kosmos, Stuttgart.

Krehl W.A., Cowgill G.R. und Whedon A.D., 1955. Nondeleterious effects of polyoxyethylene esters in the nutrition of rats and cats. *J. Nutr.* 55, 35-61.

Kuhlman G., Laflamme D.P. und Ballam J.M., 1993. A simple method for estimating the ME content of dry cat foods. *Fel. Pract.* 21: 16-20.

Läuger S. 2001. *Der Energieumsatz von Katern vor und nach der Kastration*. Dissertation Universität Zürich.

Laflamme D.P. 1997. Development and validation of a body condition score system for cats. A clinical tool. *Fel. Pract.* 25 (5-6): 13-18.

Laflamme D.P. und Ballam J.M. 2001. Effect of age on maintenance energy requirements of adult cats. *Purina Nutrition Forum*, October 2001.

Laflamme D.P., Ballam J.M., 2002. Effect of age on maintenance energy requirements of adult cats. *Compend Contin Edu Pract Vet* 24 (Suppl 9A): 82.

Lund E.M., Armstrong P.J., Kirk, C.A., 1999. Health status and population characteristics of dogs and cats examined at private veterinary practices in the United States. *Journal of American Veterinary Medicine Association* 214: 1336–1341.

Macdonald M.L., Rogers Q.R. und Morris J.G. 1984. Nutrition of the domestic cat, a mammalian carnivore. *Ann. Rev. Nutr.* 4: 521-562.

Mandernach, Anja. 1996. Fehlverhalten bei der Ernährung von Hunden. Doktorarbeit. Universität München.

Martin L., Siliart B., Dumon H., Backus R., Biourge V., Nguyen P., 2001. Leptin, body fat content and energy expenditure in intact and gonadectomized adult cats: a preliminary study. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 85(7- 8): 195-199.

McGreevy, P. D., Thomson, P. C., Pride, C., Fawcett, A., Grassi, T., & Jones, B. 2005. Prevalence of obesity in dogs examined by Australian veterinary practices and the risk factors involved. *Veterinary Record: Journal of the British Veterinary Association*, 156(22).

Meyer H., Schmitt P.J., Heckoetter E., 1981. Nährstoffgehalt und Verdaulichkeit von Futtermitteln für Hunde. *Übersichten der Tierernährung* 9: 71-104.

Miller S.A. und Allison J.B. 1958. The dietary nitrogen requirements of the cat. *J. Nutr.* 64: 493-501.

Miller Jr. A.T., Blyth C.S., 1953. Lean Body Mass as a Metabolic Reference Standard. *Journal of Applied Physiology* volume 5 number 7: 311-316.

Mugford R.A. 1977. External influences of the feeding of carnivores. In: The chemical senses and nutrition. MR Kare, O Maller, eds. Academic Press, New York: 25-50.

National Research Council NRC, 1995. Nutrient requirements of dogs and cats. National Academy Press, Washington, DC

National Research Council NRC, 2006. Nutrient requirements of dogs and cats. S. 28-48. National Academy Press, Washington, DC

Nguyen P., Mariot S., Martin L., Dumon H., Biourge V., Darmaun D., Robins R., Naulet N., 2000. Assessment of energy expenditure with doubly labeled water in adult cats. Supplement to Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian 22 (9A):96.

Nguyen P., Dumon H., Frenais R., Siliart B., Martin L., Bleis P., Frigier T. 2001. Energy expenditure and requirement assessed using three different methods in adult cats. Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian, 23(9): 86-86.

Nguyen P. G., Dumon H. J., Siliart B. S., Martin L. J., Sergheraert R., Biourge V. C., 2004. Effects of dietary fat and energy on body weight and composition after gonadectomy in cats. American journal of veterinary research 65(12): 1708-1713.

Parkman A.L., Michel K.E., Erswell K.E., Saker K. und Laflamme D.P. 2000. How many calories do pet cats really need? Proc. Purina Nutrition forum. A Supplement to compendium on continuing Education for the Practicing Veterinarian 23 (9A): 85.

Patil A.R., Bisby T.M., 2001. Comparison of maintenance energy requirement of client-owned dogs and kennel dogs. Purina Nutrition Forum, St. Louis, Mo.

Paxson, H., 2005. Slow food in a fat society. *Gastronomica: The Journal of Food and Culture* 5.1: 14-18.

Proscurshim P., Russo A.K., Silva A.C., Piçarro I.C., Freire E., Tarasantchi J., 1989. Aerobic training effects on maximum oxygen consumption, lactate threshold and lactate disappearance during exercise recovery of dogs. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology* 94: 743-747.

Radicke B. 1995. Der Einfluss unterschiedlicher Nährstoffgehalte in Alleinfuttermitteln für Katzen auf den energetischen Erhaltungsbedarf, auf die Teilwirkungsgrade für den energetischen Ansatz und auf den Rohproteinbedarf von adulten Katzen. Dissertation Universität Berlin.

Rainbird A., Kienzle E., 1990. Untersuchungen zum Energiebedarf des Hundes in Abhängigkeit von Rassezugehörigkeit und Alter. *Kleintierpraxis* 35: 145-158.

Rubner M. 1883. Über den Einfluß der Körpergröße auf Stoff- und Kraftwechsel. *Z. Biol.* 19: 535-562.

Russell K., Sabin R., Holt S., Bradley R., Harper E. J., 2000. Influence of feeding regimen on body condition in the cat. *Journal of Small Animal Practice* 41(1): 12-18.

Schneeweiss B., Graninger W., Ferenci P., Eichinger S., Grimm G., Schneider B., Laggner A. N., Lenz K., Kleinberger G., 1990. Energy metabolism in patients with acute and chronic liver disease. *Hepatology* 11: 387-393.

Scott P. P. 1968. The special features of nutrition of cats, with observations on wild felidae nutrition in the London Zoo. In Symp. Zool. Soc. London Vol. 21: 21-36.

Scott K.C., Shmalberg J.W., Williams J.M., Morris P.J., Hill R.C., 2013: Energy intake of pet dogs compared to energy expenditure at rest, sitting and standing. Proceedings of Waltham International Nutritional Science Symposium: 140.

Singh, R., Laflamme, D. P., & Sidebottom-Nielsen, M. 2002. Owner perceptions of canine body condition score. J Vet Intern Med, 16(3), 362.

Skultety F.M. 1969. Alterations of caloric intake in cats following lesions of the hypothalamus and mid brain. Ann. NY Acad. Sci. 157: 861- 874.

Souci S.W., Fachmann W., Kraut H. 2000. Die Zusammensetzung der Lebensmittel, Nährwerttabellen, 6.Auflage, Medpharm Scientific publishers, Stuttgart.

Speakman JR und Selman C. 2003. Physical activity and resting metabolic rate. Proceedings of the Nutrition Society 62: 621-634.

Stiefel M. 1999. Einfluss dreier unterschiedlicher Diäten auf den Energie- und Proteinstoffwechsel adulter Katzen unter spezieller Berücksichtigung der physischen Aktivität. Dissertation Universität Zürich

Taylor E. J., Adams C., Neville R., 1995. Some nutritional aspects of ageing in dogs and cats. Proceedings of the Nutrition Society 54(3): 645-656.

Tennant B. 1998. Assessment of energy expenditure in cats using indirect calorimetry. J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr. 80: 60-62.

Thes M., Koeber N., Fritz J., Wendel F., Dillitzer N., Dobenecker B., Kienzle E., 2013: Metabolizable energy intake of client owned adult dogs. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition (in press).

Kienzle E., Coenen M., Zeyner A., 2010. Der Erhaltungsbedarf von Pferden an umsetzbarer Energie. Übersichten zur Tierernährung Nr.38, 2/2010, S.91-121.

Tierärztliche Vereinigung für Tierschutz e.V.. Tiergerechte Haltung von Versuchshunden Merkblatt Nr. 98, 2004

Villaverde C., Ramsey J. J., Green A. S., Asami D. K., Yoo S., Fascetti A. J., 2008. Energy restriction results in a mass-adjusted decrease in energy expenditure in cats that is maintained after weight regain. The Journal of nutrition 138(5): 856-860.

Watanabe, T., Kumar, P., & Hanson, M. A. 1998. Elevation of metabolic rate by pyrogen administration does not affect the gain of respiratory peripheral chemoreflexes in unanesthetized kittens. Pediatric research, 44(3), 357-362.

Waterhouse H.N. und Carver D.S. 1962. Growth rate, food and caloric consumption of laboratory cats. Proc. Anim. Care Panel, 12: 271-274.

Wichert B., Opitz B., Wehr U., Kienzle E., 1999. Energy requirements of pet dogs. In Proceedings, 26th World Veterinary Association (WVA), 24th World Small Animal Veterinary Association (WSAVA), 3rd Conference of the European Society of Veterinary and Comparative Nutrition (ESVCN), Lyon: 80.

IX. DANKSAGUNG

Für die Überlassung des Themas und die wissenschaftliche Betreuung bei der Vollendung dieser Arbeit möchte ich mich sehr herzlich bei Frau Prof. Dr. Ellen Kienzle bedanken.

Für die großartige Unterstützung bei der Korrektur der Arbeit möchte ich mich ganz herzlich bei Petra Sälzle bedanken, die mir als Deutschlehrerin mit Rat und Tat zur Seite stand.

Dank auch an meine Familie, insbesondere meinen Ehemann für die Unterstützung und die Kraft ohne die diese Arbeit nicht so möglich gewesen wäre.